

ABSTRAK

Nama : Fajar Aprilliansyah

NIM : 1227010020

Judul : Dinamika Spasial-Temporal dan Ketidakstabilan Hopf-Turing pada Model Eko-Epidemiologi dengan Kanibalisme, Waktu Tunda, dan Difusi Silang

Penelitian ini mengkaji dinamika spasial-temporal pada model eko-epidemiologi *predator-prey* dengan mempertimbangkan kanibalisme pada populasi *predator*, difusi silang, serta waktu tunda biologis berupa masa inkubasi penyakit dan masa gestasi *predator*. Model dikembangkan dari model Kumar dkk. dengan menambahkan mekanisme waktu tunda dan difusi silang untuk merepresentasikan proses biologis yang lebih realistis. Analisis dilakukan terhadap kestabilan titik kesetimbangan interior, bifurkasi Hopf, dan ketidakstabilan Turing, disertai simulasi numerik untuk memverifikasi hasil analitik dan mengamati pola spasial-temporal yang terbentuk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kanibalisme berperan sebagai mekanisme stabilisasi yang memengaruhi transisi dinamika dari osilasi temporal homogen, wilayah Hopf-Turing, pembentukan pola Turing stasioner, hingga kondisi stabil asimtotik. Selain itu, peningkatan kanibalisme mengubah morfologi pola spasial dari *spots* menjadi *stripes*. Difusi silang memperluas wilayah ketidakstabilan Turing dan menghasilkan segregasi spasial antara populasi *predator* dan *prey*. Sementara itu, waktu tunda inkubasi dan gestasi menyebabkan hilangnya kestabilan melalui bifurkasi Hopf ketika melampaui nilai kritis tertentu. Pada rentang waktu tunda menengah, heterogenitas spasial menghasilkan mekanisme *spatial buffering* yang mampu mempertahankan pola spasial stasioner meskipun sistem temporal tidak stabil. Namun, pada waktu tunda yang besar, sistem berkembang menuju pola spasial tidak stasioner yang terus berosilasi. Interaksi simultan kedua waktu tunda juga meningkatkan sensitivitas sistem terhadap ketidakstabilan dengan menurunkan nilai kritis bifurkasi Hopf.

Kata Kunci: Eko-Epidemiologi, Bifurkasi Hopf, Bifurkasi Turing, Waktu Tunda Inkubasi, Waktu Tunda Gestasi

ABSTRACT

Name : Fajar Aprilliansyah

NIM : 1227010020

Title : *Spatiotemporal Dynamics and Hopf-Turing Instability in an Eco-Epidemiological Model with Cannibalism, Time Delays, and Cross-Diffusion*

This study investigates the spatiotemporal dynamics of an eco-epidemiological predator-prey model incorporating predator cannibalism, cross-diffusion, and biological delays representing disease incubation and predator gestation periods. The model extends the framework proposed by Kumar et al. by including delay effects and cross-diffusion to capture more realistic biological processes. Mathematical analysis is conducted on the stability of the interior equilibrium, Hopf bifurcation, and Turing instability, complemented by numerical simulations to validate analytical results and explore emerging spatiotemporal patterns. The results show that cannibalism acts as a stabilizing mechanism that governs transitions among homogeneous temporal oscillations, Hopf-Turing regions, stationary Turing patterns, and asymptotically stable states. Furthermore, increasing cannibalism induces a morphological transition of spatial patterns from spots to stripes. Cross-diffusion enlarges the Turing instability region and promotes spatial segregation between predator and prey populations. In contrast, incubation and gestation delays destabilize the system through Hopf bifurcation when their values exceed critical thresholds. For intermediate delay values, spatial heterogeneity generates a spatial buffering effect that maintains stationary spatial patterns despite temporal instability. However, sufficiently large delays lead to persistent nonstationary spatiotemporal oscillations. Moreover, the simultaneous interaction of incubation and gestation delays increases the system's sensitivity to instability by significantly reducing the critical Hopf bifurcation threshold.

Keywords: *Eco-Epidemiology, Hopf Bifurcation, Turing Bifurcation, Incubation Delay, Gestation Delay*