

ANALISIS KESTABILAN DAN BIFURKASI MODEL EKO-EPIDEMIOLOGI MANGSA–PEMANGSA DENGAN PERILAKU KAWANAN DAN PENYAKIT PADA MANGSA

MIRLAN SUJANA



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
Bogor Indonesia

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Analisis Kestabilan dan Bifurkasi Model Eko-Epidemiologi Mangsa–Pemangsa dengan Perilaku Kawanan dan Penyakit pada Mangsa” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, 10 Juni 2026

Mirlan Sujana
G5401221079

ABSTRAK

MIRLAN SUJANA. Analisis Kestabilan dan Bifurkasi Model Eko-Epidemiologi Mangsa–Pemangsa dengan Perilaku Kawanan dan Penyakit pada Mangsa. Dibimbing oleh ALI KUSNANTO dan PAIAN SIANTURI.

Interaksi mangsa–pemangsa dengan penyakit pada mangsa merupakan kajian penting dalam ekologi matematika yang dikenal sebagai model eko-epidemiologi. Penelitian ini bertujuan merekonstruksi model eko-epidemiologi mangsa–pemangsa dengan perilaku kawanan dan penyakit pada mangsa, menganalisis kestabilan lokal beserta keberadaan bifurkasi, serta melakukan simulasi numerik untuk menggambarkan pengaruh parameter kritis terhadap dinamika sistem. Model dibangun berdasarkan asumsi mangsa rentan berkawanan dan mangsa terinfeksi meninggalkan kawanan dengan respons fungsional kombinasi Holling tipe II dan akar kuadrat. Analisis dilakukan melalui linearisasi sistem, penerapan kriteria Routh–Hurwitz, dan teorema Sotomayor, serta simulasi numerik menggunakan Wolfram Mathematica. Sistem memiliki lima titik tetap dengan tiga jenis bifurkasi yang teridentifikasi, yaitu bifurkasi pitchfork superkritikal, bifurkasi transkritikal antara dua pasang titik tetap, dan bifurkasi Hopf subkritikal pada titik tetap koeksistensi. Simulasi numerik menunjukkan bahwa laju infeksi, laju predasi terhadap mangsa terinfeksi, dan waktu penanganan pemangsa sangat menentukan kestabilan dan perilaku jangka panjang sistem.

Kata kunci: bifurkasi, eko-epidemiologi, kestabilan, mangsa–pemangsa, perilaku kawanan.

ABSTRACT

MIRLAN SUJANA. Stability and Bifurcation Analysis of a Predator–Prey Ecoepidemic Model with Herd Behavior and Disease in Prey. Supervised by ALI KUSNANTO and PAIAN SIANTURI.

Predator–prey interaction with disease in prey is an important subject in mathematical ecology known as an ecoepidemic model. This study aims to reconstruct a predator–prey ecoepidemic model with herd behavior and disease in prey, analyze local stability and the existence of bifurcations, and conduct numerical simulations to illustrate the effect of critical parameters on system dynamics. The model is constructed under the assumption that susceptible prey gather in herds while infected prey drift away from the herd, with a functional response combining Holling type II and square root functions. Analysis was performed through system linearization, application of the Routh–Hurwitz criteria and Sotomayor's theorem, and numerical simulations using Wolfram Mathematica. The system possesses five equilibrium points with three bifurcations identified: a supercritical pitchfork bifurcation, transcritical bifurcations between two pairs of equilibrium points, and a subcritical Hopf bifurcation at the coexistence equilibrium. Numerical simulations reveal that the force of infection, predation rate on infected prey, and predator handling time are critical in determining the stability and long-term behavior of the system.

Keywords: bifurcation, ecoepidemic, herd behavior, predator–prey, stability.



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

ANALISIS KESTABILAN DAN BIFURKASI MODEL EKO-EPIDEMIOLOGI MANGSA–PEMANGSA DENGAN PERILAKU KAWANAN DAN PENYAKIT PADA MANGSA

MIRLAN SUJANA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Matematika pada
Program Studi Matematika

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:
U Bidayatul Masulah, S.Si., M.Sc.

Judul Skripsi : Analisis Kestabilan dan Bifurkasi Model Eko-Epidemiologi
Mangsa–Pemangsa dengan Perilaku Kawanan dan Penyakit pada
Mangsa

Nama : Mirlan Sujana
NIM : G5401221079

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Drs. Ali Kusananto, M.Si.

Pembimbing 2:
Dr. Drs. Paian Sianturi



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Donny Citra Lesmana, S.Si., M.Fin.Math.
NIP 197902272005011001



Tanggal Ujian:
21 Mei 2026

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi yang berjudul “Analisis Kestabilan dan Bifurkasi Model Eko-Epidemiologi Mangsa–Pemangsa dengan Perilaku Kawanan dan Penyakit pada Mangsa” ini dapat diselesaikan. Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah hadir dan mendukung selama perjalanan ini:

1. Keluarga penulis, Alm. Bapak Jana Sujana, Ibu Mamas, Bibi, Amah, Goteh, Goa dan lainnya yang sudah selalu ada untuk pelukan hangat di saat penulis pulang dengan penuh lelah dan untuk kepercayaan yang selalu kalian titipkan. Kalian adalah rumah dan kekuatan terbesar penulis yang senantiasa mendoakan, memberikan semangat, dan dukungan secara moral maupun material.
2. Drs. Ali Kusnanto, M.Si. selaku dosen pembimbing I, Dr. Drs. Paian Sianturi selaku dosen pembimbing II, Bidayatul Masulah, S.Si., M.Sc. selaku dosen penguji dan Prof. Dr. Ir. I Wayan Mangku, M.Sc. selaku dosen pembimbing akademik. Terima kasih telah meluangkan waktu dalam memberikan ilmu, arahan, saran, kesabaran, dan kepercayaan dalam membimbing penulis sehingga karya ilmiah ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Seluruh dosen dan staf Program Studi Matematika yang telah memfasilitasi dan memberikan ilmu yang bermanfaat selama perkuliahan dan banyak membantu dalam memperlancar administrasi akademik bagi penulis.
4. “Cucu Eyang” yang terdiri dari Alief, Ara, Cece, Dinda, Hana, Ndhir, Rismuy dan Wawa yang selalu ada selama kegiatan perkuliahan dari semester 3 sampai penulis menyelesaikan karya ilmiah ini. Penulis mengucapkan terima kasih banyak karena dengan “Cucu Eyang” ini, penulis sadar bahwa jurusan ini bukan tentang seberapa sulit jalannya, melainkan tentang siapa yang menemani di setiap langkahnya. *“Forever grateful to have you, Cuyang”*.
5. Rekan kerja tim K-3 dan PRPM DITMAWA, terima kasih sudah menjadi tempat dan sarana penulis berkeluh kesah dan menjadi saksi penulis untuk melakukan bimbingan skripsi. Terima kasih juga untuk PKM Center 2025-2026 menjadi teman bertumbuh penulis dalam menyelesaikan karya ilmiah ini.
6. “RELASI 2024” terima kasih banyak sudah menjadi tempat dan teman dalam perkuliahan semester 3, 4, 5, 6, bahkan sampai sekarang selalu *in touch* dan saling mendukung satu sama lain.
7. Matematika angkatan 59 yang senantiasa menemani penulis selama perkuliahan dari semester 3 sampai semester 8. Kalian orang-orang hebat!
8. Semua pihak lainnya yang telah membantu penulis yang tidak bisa disebutkan satu persatu.
9. Terakhir, untuk diriku sendiri yang telah berjuang dan tidak menyerah selama empat tahun ini, *you really made it, Mirlan. Proud of you!*

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, 10 Juni 2026

Mirlan Sujana

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Sistem Persamaan Diferensial	3
2.2 Titik Tetap	3
2.3 Nilai Eigen dan Vektor Eigen	4
2.4 Kestabilan Titik Tetap	4
2.5 Kriteria Routh-Hurwitz	5
2.6 Bifurkasi	5
2.7 Bifurkasi Pitchfork Superkritikal	6
2.8 Bifurkasi Transkritikal	6
2.9 Bifurkasi Hopf	6
2.10 Teorema Sotomayor	6
III METODE	8
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	9
4.1 Formulasi Model	9
4.2 Penentuan Titik Tetap	11
4.3 Matriks Jacobian	11
4.4 Analisis Kestabilan Titik Tetap	12
4.5 Simulasi Numerik	14
4.6 Simulasi Bifurkasi	24
V SIMPULAN DAN SARAN	29
5.1 Simpulan	29
5.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN	32
RIWAYAT HIDUP	44



DAFTAR TABEL

1	Deskripsi Parameter Model	10
2	Kondisi Parameter terhadap Kestabilan Titik Tetap	14
3	Analisis Kondisi Kelayakan dan Kestabilan Titik Tetap	14
4	Perubahan nilai parameter λ	15
5	Hasil Simulasi 1	15
6	Perubahan nilai parameter m	18
7	Hasil Simulasi 2	18
8	Perubahan nilai parameter h	21
9	Hasil Simulasi 3	21

DAFTAR GAMBAR

1	Diagram kompartemen model	10
2	Bidang fase simulasi 1	16
3	Dinamika populasi terhadap parameter λ	17
4	Bidang fase simulasi 2	19
5	Dinamika populasi terhadap parameter m	20
6	Bidang fase simulasi 3	22
7	Dinamika populasi terhadap parameter h	23
8	Bifurkasi Pitchfork Superkritikal	24
9	Bifurkasi Transkritikal (a) λ vs S dan (b) λ vs I	25
10	Bifurkasi Transkritikal (a) h vs S , (b) h vs I , dan (c) h vs P	26
11	Bifurkasi Hopf (a) $\lambda = 1.8$, (b) $\lambda = 3$, dan (c) $\lambda = 3.7$	27
12	Bifurkasi Hopf h	28

DAFTAR LAMPIRAN

1	Entri Nilai-Nilai	33
2	Entri Nilai Kestabilan E^*	34
3	Syntax Penentuan Titik Tetap, Matrik Jacobi, dan Nilai Eigen	36
4	Syntax Tabel Kestabilan Titik Tetap	37
5	Syntax Bidang Fase dan Bidang Solusi	39
6	Syntax Bifurkasi	41