

ANALISIS DINAMIKA DAN KESTABILAN MODEL MANGSA- PEMANGSA DENGAN EFEK KETAKUTAN DAN FUNGSI RESPON BEDDINGTON-DEANGELIS

MUHAMMAD SALMAN ALFARIZI



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

@Hak cipta milik IPB University

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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

IPB University
— Bogor Indonesia —

Perpustakaan IPB University



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “ Analisis Dinamika dan Kestabilan Model Mangsa-Pemangsa dengan Efek Ketakutan dan Fungsi Respon Beddington-DeAngelis” 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, Agustus 2026

Muhammad Salman Alfarizi
G5401221053

ABSTRAK

MUHAMMAD SALMAN ALFARIZI. Analisis Dinamika dan Kestabilan Model Mangsa-Pemangsa dengan Efek Ketakutan dan Fungsi Respon Beddington-DeAngelis. Dibimbing oleh ALI KUSNANTO dan PAIAN SIANTURI.

Penelitian ini membahas model mangsa-pemangsa dengan memasukkan efek ketakutan dan fungsi respon Beddington-DeAngelis. Model ini dikembangkan untuk menggambarkan interaksi antara populasi mangsa dan pemangsa secara lebih realistis dengan mempertimbangkan kejenuhan dan pengaruh keberadaan pemangsa terhadap perilaku mangsa. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis titik tetap, kestabilan, serta dinamika sistem akibat perubahan parameter. Metode yang digunakan meliputi analisis kualitatif melalui penentuan titik tetap dan matriks Jacobi, serta analisis kestabilan berdasarkan nilai eigen. Selain itu, dilakukan simulasi numerik menggunakan Wolfram Mathematica untuk melihat perilaku solusi sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa titik tetap trivial dan semitrivial bersifat tidak stabil, sedangkan kestabilan sistem ditentukan oleh titik tetap interior. Pada kondisi tertentu, sistem memiliki titik tetap stabil berbentuk spiral yang menunjukkan koeksistensi populasi. Perubahan parameter seperti laju kematian pemangsa dan kejenuhan dapat menyebabkan perubahan kestabilan

Kata kunci: Beddington-DeAngelis, bifurkasi, efek ketakutan, kestabilan, mangsa-pemangsa

ABSTRACT

MUHAMMAD SALMAN ALFARIZI. Dynamic and Stability Analysis of a Predator-Prey and Beddington-DeAngelis Functional Response. Supervised by ALI KUSNANTO and PAIAN SIANTURI.

This study discusses a predator-prey model incorporating fear effect and Beddington-DeAngelis functional response. The model is developed to describe interactions between prey and predator populations more realistically by considering predation saturation and the influence of predator presence on prey behavior. The objective of this study is to analyze equilibrium points, stability, and system dynamics under parameter variations. The methods used include qualitative analysis through equilibrium point determination and Jacobian matrix, as well as stability analysis based on eigenvalues. Numerical simulations are also performed using Wolfram Mathematica to observe system behavior. The results show that trivial and semitrivial equilibrium points are unstable, while system stability is determined by the interior equilibrium. Under certain conditions, the system exhibits a stable spiral equilibrium indicating coexistence of populations. Parameter changes, such as predator mortality rate and predation saturation.

Keywords: Beddington-DeAngelis, bifurcation, fear effect, predator-prey, stability

© 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 DINAMIKA DAN KESTABILAN MODEL MANGSA- PEMANGSA DENGAN EFEK KETAKUTAN DAN FUNGSI RESPON BEDDINGTON-DEANGELIS

MUHAMMAD SALMAN ALFARIZI

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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:
1 Biddayatul Masulah, S.Si.,M.Sc.

Judul Skripsi: Analisis Dinamika dan Kestabilan Model Mangsa-Pemangsa dengan Efek Ketakutan dan Respon Fungsi Beddington-DeAngelis

Nama : Muhammad Salman Alfarizi
NIM : G5401221053

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Drs. Ali Kusnanto, 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:
4 Juni 2026

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan September 2025 sampai bulan Juni 2026 berhasil diselesaikan, dengan judul “Analisis Dinamika dan Kestabilan Model Mangsa-Pemangsa dengan Efek Ketakutan dan Fungsi Respon Beddington-DeAngelis”. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Zuraida Amir Atmar, selaku ibu dari penulis, beserta seluruh nenek, om dan tante dari seluruh keluarga besar Amir Atmar atas doa, dukungan yang telah diberikan.
2. Alm. Bapak Muhammad Fachri dan Ibu Risna, selaku ayah dari penulis, Alfarizky, Alfarika, Alfarina selaku adik penulis beserta seluruh keluarga Muddin Ma'ruf atas doanya.
3. Bapak Drs. Ali Kusnanto, M.Si. selaku dosen pembimbing 1, Bapak Dr. Drs. Paian Sianturi selaku dosen pembimbing 2 atas bimbingan, arahan, serta saran yang diberikan selama penyusunan karya ilmiah ini.
4. Bapak Drs. Prapto Tri Supriyo M.Kom selaku dosen pembimbing akademik serta seluruh dosen beserta staf Program Studi Matematika yang telah memfasilitasi membimbing, memberikan ilmunya selama masa studi penulis.
5. Pendamping selama Penulis mengerjakan Tugas Akhir yang tidak lain Puspita Dewi Suryaningtyas, berkatnya penulis dapat mengerjakan tugas akhir ini secara maksimal dengan menemani selalu serta mengingatkan juga mengarahkan penulis untuk apa yang dilakukan selanjutnya kepadanya diucapkan terima kasih sebanyak-banyaknya.
6. Teman teman terdekat penulis selama masa hidupnya, Younan, Mamas, Niero, Alief, Rafif, Safira, Lintang, Yusuf, Dava.
7. Teman teman brotherhood yahud Arsyad, Gilang, Luthfi, Rakha, Bian, Bagus, Muhadzir, Fadhil, Rifkhi, Viery, Tata.
8. Teman Teman Kost Gratica Bang Ponco, Bang Andri, Arsyad, Ilham, Charlie, Ravi, Reza, Alvian, Marcelinus.
9. Teman Teman Relasi Ka Tita, Lizzilmi, Melissa, Bian, Khairuna, Farah, Mualim, Miran, Nadhira .
10. Teman Teman lama Radhwa, Akmal, Arel yang telah menemani penulis semenjak semester 1 di IPB.
11. Bang Dave selaku kaka tingkat penulis yang membantu penulis dalam mengarahkan penulis.
12. Seluruh mahasiswa ST 31 PKU 2022 dan mahasiswa angkatan 59 Program Studi Matematika yang telah menjadi teman seperjuangan.

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

Bogor, Agustus 2026
Muhammad Salman Alfarizi

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Model Mangsa Pemangsa	3
2.2 Sisem persamaan diferensial	3
2.3 Titik Tetap	4
2.4 Nilai Eigen Dan Vektor Eigen	5
2.5 Analisis Kestabilan Titik Tetap	5
2.6 Analisis Model Beddington-DeAngelis	5
2.7 Pengaruh Parameter pada Model Mangsa-Pemangsa	6
2.8 Bifurkasi Transkritikal dan Hopf	6
2.9 Formulasi Model Matematika	7
III METODE PENELITIAN	9
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	10
4.1 Model Matematika	10
4.2 Penentuan Titik Tetap	11
4.3 Penentuan matriks jacobi	12
4.4 Analisis kestabilan tetap	13
4.5 Simulasi numerik	16
4.6 Analisis Kestabilan Titik Terhadap Variasi Parameter	28
4.7 Simulasi Bifurkasi	29
V SIMPULAN DAN SARAN	34
5.1 Simpulan	34
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	38
RIWAYAT HIDUP	48

DAFTAR TABEL

1	Keterangan variabel yang digunakan	8
2	Keterangan parameter yang digunakan	8
3	Nilai-nilai parameter model	16
4	Kestabilan titik tetap model	17
5	Kestabilan titik tetap model pada saat $k = 1$	18
6	Kestabilan titik tetap model pada saat $k = 4$	19
7	Kestabilan titik tetap model pada saat $a_1 = 0.8$	20
8	Kestabilan titik tetap model pada saat $r_2 = 0.8$	23
9	Kestabilan titik tetap model pada saat $b_2 = 0.1$	25
10	Kestabilan titik tetap model pada saat $\mu_1 = 0.9$	26
11	Perubahan kestabilan titik tetap dan populasi pada akhir waktu simulasi	28

DAFTAR GAMBAR

1	Diagram kompartemen model (Zhao dan Shao 2025).	11
2	Bidang Solusi simulasi numerik	17
3	Bidang Solusi dengan pengubahan nilai k	19
4	Perbandingan populasi dengan pengubahan nilai k	20
5	Bidang Solusi dengan pengubahan nilai a_1	21
6	Perbandingan populasi dengan pengubahan nilai a_1	22
7	Bidang Solusi dengan pengubahan nilai r_2	24
8	Perbandingan populasi dengan pengubahan nilai r_2	24
9	Bidang Solusi dengan pengubahan nilai b_2	25
10	Perbandingan populasi dengan pengubahan nilai b_2	26
11	Bidang Solusi dengan pengubahan nilai μ_1	27
12	Perbandingan populasi dengan pengubahan nilai μ_1	27
13	Bifurkasi Transkritikal Variabel parameter	30
14	Bifurkasi Hopf pada kasus 2 (2 dimensi)	32
15	Bifurkasi Hopf pada kasus 2 (3 dimensi)	33

DAFTAR LAMPIRAN

1	<i>Syntax</i> untuk mencari titik tetap pada model	38
2	<i>Syntax</i> untuk mencari titik interior	38
3	<i>Syntax</i> untuk mencari nilai pada matriks jacobi	39
4	<i>Syntax</i> untuk mencari nilai eigen	39
5	<i>Syntax</i> untuk mencari plot pada bidang fase	40
6	<i>Syntax</i> untuk membandingkan perbedaan parameter pada bidang fase	41
7	<i>Syntax</i> untuk mencari plot pada bidang solusi	42
8	<i>Syntax</i> untuk menggambarkan kompartemen	42
9	<i>Syntax</i> untuk Mencari populasi pada t_{max}	43
10	<i>Syntax</i> untuk mencari perbedaan populasi	44
11	<i>Syntax</i> Bifurkasi Parameter	45
12	<i>Syntax</i> Bifurkasi kasus 2	45
13	<i>Syntax</i> Gambar Bifurkasi kasus 2 (2 dimensi)	46
14	<i>Syntax</i> Gambar Bifurkasi kasus 2 (3 dimensi)	47