

**ANALISIS KESTABILAN MODEL *PREDATOR-PREY*
DENGAN FUNGSI RESPON BEDDINGTON-DEANGELIS**

SKRIPSI



LISWATIN WIWIK WIDYASEH

**PROGRAM STUDI S-1 MATEMATIKA
DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

2022

IR – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

**ANALISIS KESTABILAN MODEL *PREDATOR-PREY*
DENGAN FUNGSI RESPON BEDDINGTON-DEANGELIS**

SKRIPSI



LISWATIN WIWIK WIDYASEH

**PROGRAM STUDI S-1 MATEMATIKA
DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

2022

**ANALISIS KESTABILAN MODEL *PREDATOR-PREY* DENGAN FUNGSI
RESPON BEDDINGTON-DEANGELIS**

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Sains Bidang Matematika
pada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga

Liswatin Wiwik Widyaseh
NIM. 081811233064

Disetujui oleh:

Pembimbing I



Dr. Miswanto, M.Si.

NIP. 196802041993031002

Pembimbing II



Cicik Alfiniyah, M.Si, Ph.D.

NIP. 198604122008122003

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Analisis Kestabilan Model *Predator-Prey* dengan
Fungsi Respon Beddington-DeAngelis
Penyusun : Liswatin Wiwik Widyaseh
NIM : 081811233064
Pembimbing I : Dr. Miswanto, M.Si.
Pembimbing II : Cicik Alfiniyah, M.Si, Ph.D.
Tanggal Ujian : 31 Oktober 2022

Disetujui oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. Miswanto, M.Si.

NIP. 196802041993031002



Cicik Alfiniyah, M.Si, Ph.D.

NIP. 198604122008122003

Mengetahui,

Ketua Departemen Matematika

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Airlangga



Dr. Herry Suprajitno, M.Si.

NIP. 196804041994031020

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga, diperkenankan dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan harus seizin penulis, dan harus menyebutkan sumbernya sesuai kebiasaan ilmiah. Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga.

SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Liswatin Wiwik Widyaseh
NIM : 081811233064
Program Studi : S1-Matematika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Jenjang : Sarjana (S1)

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam skripsi saya yang berjudul:

**“Analisis Kestabilan Model *Predator-Prey* dengan Fungsi Respon
Beddington-DeAngelis”**

Apabila suatu saat nanti terbukti melakukan tindakan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 21 Oktober 2022



Liswatin Wiwik Widyaseh

NIM 081811233064

Liswatin Wiwik Widyaseh, 2022, **Analisis Kestabilan Model *Predator-Prey* dengan Fungsi Respon Beddington-DeAngelis**. Skripsi ini dibawah bimbingan Dr. Miswanto, M.Si. dan Cicik Alfiniyah, M.Si, Ph.D. Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRAK

Ekologi merupakan salah satu cabang ilmu dalam biologi yang mempelajari tentang hubungan antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Di dalam ekologi dikenal istilah ekosistem yang di dalamnya terjadi interaksi antar komponennya, salah satu contoh interaksinya adalah predasi yang dilakukan oleh *predator* dan *prey*. Hubungan antara *prey* dan *predator* dapat dimodelkan secara matematis menggunakan model *predator-prey*. Fungsi respon dalam ekologi adalah sebuah fungsi yang menggambarkan kemampuan *predator* dalam memangsa *prey*. Fungsi respon Beddington-DeAngelis mendeskripsikan bahwa adanya gangguan timbal balik oleh *predator* dalam proses mencari makanannya sehingga pemangsaan tidak hanya bergantung pada populasi *prey*, tetapi juga pada populasi *predator* serta adanya batasan proteksi lingkungan. Skripsi ini membahas tentang model *predator-prey* dengan fungsi respon Beddington-DeAngelis yang setiap populasi spesiesnya mempunyai keturunan yaitu *prey* kecil dan *predator* kecil. Terdapat empat populasi pada model, yaitu populasi *prey* kecil, populasi *prey* besar, populasi *predator* kecil dan populasi *predator* besar. Tujuan dari skripsi ini adalah untuk menganalisis kestabilan titik setimbang pada model *predator-prey* dengan fungsi respon Beddington-DeAngelis. Berdasarkan hasil analisis model diperoleh empat titik setimbang, yakni titik setimbang kepunahan keempat populasi (E_0) yang bersifat stabil asimtotis dengan syarat tertentu, titik setimbang kepunahan *predator* (E_1) bersifat tidak stabil, serta titik setimbang kepunahan *predator* kecil (E_2) dan titik setimbang koeksistensi (E_3) tidak diperoleh secara eksplisit sehingga analisisnya menggunakan bidang fase. Dari hasil bidang fase diperoleh bahwa kedua titik setimbang tersebut bersifat cenderung stabil asimtotis. Pada bagian akhir dilakukan simulasi numerik untuk mendukung kajian hasil analitik.

Kata Kunci: *model predator-prey, fungsi respon Beddington-DeAngelis, titik setimbang, analisis kestabilan*

Liswatin Wiwik Widyaseh, 2022, **Analisis Kestabilan Model *Predator-Prey* dengan Fungsi Respon Beddington-DeAngelis**. Skripsi ini dibawah bimbingan Dr. Miswanto, M.Si. dan Cicik Alfiniyah, M.Si, Ph.D. Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRACT

Ecology is a branch of science in biology that studies the relationship between living things and their environment. In ecology, the term ecosystem is known in which interactions occur between its components, one example of the interaction is predation by predators and prey. The relationship between prey and predators can be modeled mathematically using the predator-prey model. The response function in ecology is a function that describes the predator's ability to prey on prey. The Beddington-DeAngelis response function describes that there is mutual disturbance by predators in the process of looking for food so that predation does not only depend on the prey population, but also on the predator population and the limitations of environmental protection. This thesis discusses the predator-prey model with the Beddington-DeAngelis response function in which each species population has offspring, namely small prey and small predators. There are four populations in the model, namely small prey population, big prey population, small predator population and big predator population. The purpose of this thesis is to analyze the stability of the equilibrium point in the predator-prey model with the Beddington-DeAngelis response function. Based on the results of the model analysis, there are four equilibrium points, namely the equilibrium point for the extinction of the four populations (E_0) which is asymptotically stable under certain conditions, the equilibrium point for predator extinction (E_1) is unstable, and the equilibrium point for the extinction of small predators (E_2) and the equilibrium point for coexistence. (E_3) is not obtained explicitly so the analysis uses the phase field. From the results of the phase plane, it is found that the two equilibrium points tend to be asymptotically stable. At the end, numerical simulations are carried out to support the study of analytical results.

Keywords: *predator-prey model, Beddington-DeAngelis response function, equilibrium point, stability analysis*

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT karena atas rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan naskah skripsi yang berjudul “Analisis Kestabilan Model *Predator-Prey* dengan Fungsi Respon Beddington-DeAngelis”. Sholawat serta salam juga tercurahkan kepada nabi Muhammad SAW sebagai junjungan besar umat Islam.

Dalam proses penulisan naskah skripsi ini, tentunya penulis mendapatkan dukungan, bantuan maupun do’a dalam proses pengerjaan dari awal sampai akhir dari berbagai pihak. Maka dari itu, penulis menyampaikan rasa terimakasih sebesar-besarnya kepada beberapa pihak sebagai berikut:

1. Prof. Dr. Mohammad Nasih, S.E., M.T., Ak., CMA, selaku Rektor Universitas Airlangga.
2. Prof. Dr. Moh Yasin, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga.
3. Dr. Herry Suprajitno, M.Si., selaku Ketua Departemen Matematika serta Koordinator Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga.
4. Asri Bkti Pratiwi, S.Si., M.Si., selaku dosen wali yang selalu memberikan saran, bimbingan serta motivasi selama perkuliahan.
5. Dr. Miswanto, M.Si., selaku dosen pembimbing I dan Cicik Alfiniyah, M.Si., Ph.D., selaku dosen pembimbing II yang senantiasa dengan sabar, ramah dan teliti dalam memberikan bimbingan berupa ilmu, saran, waktu serta motivasi kepada penulis.
6. Seluruh dosen Universitas Airlangga, khususnya dosen matematika atas segala ilmu serta nasihat yang diberikan kepada penulis selama perkuliahan.
7. Kedua orang tua penulis, Bapak Khoiri dan Ibu Siti Fatimah serta keluarga besar penulis yang menjadi sumber motivasi dan inspirasi serta selalu memberikan dukungan, semangat, do’a dan kasih sayang kepada penulis.

8. Sahabat-sahabat penulis yang bertemu di Surabaya (Erza, Farida, Indah Acan, Laila, Levi, Serly dan Tasya) yang banyak memberikan dukungan, semangat serta cerita suka duka selama masa perkuliahan dan diperantauan.
9. Dewi, Hana, Labib, Maza, Wafi dan Iqbal yang selalu memberi hiburan dikala penat dan memberikan dukungan selama pengerjaan skripsi ini.
10. Alumni MIPA 5 MAN 1 Lamongan angkatan 2018 yang memberikan dukungan yang luar biasa dalam proses penyelesaian skripsi ini.
11. Teman-teman program studi matematika angkatan 2018 dan teman bidang minat Pemodelan Sistem khususnya yang mengambil topik *predator-prey* yang berjuang bersama-sama menjadi sarjana sains bidang matematika.
12. Angga Yunanda, Tiara Andini, Jefri Nichol, Rayyanza Malik Ahmad, Jeon Jungkook, Kim Mingyu, Kevin Sanjaya, Marcus Gideon, Yeremia Rambitan, Pramudya Kusumawardana, Fajar Alfian, Muhammad Rian, Melati Daeva dan Wang Chang yang selalu menjadi penghibur dan penyemangat dalam pengerjaan skripsi ini.
13. Dan semua pihak yang tidak disebutkan satu persatu, yang telah ikut serta membantu dalam kelancaran penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa naskah skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna, untuk itu penulis menerima saran maupun kritikan yang dapat membangun. Semoga naskah skripsi ini dapat bermanfaat sebagai pustaka maupun bahan bacaan khususnya untuk program studi matematika bidang pemodelan sistem.

Surabaya, Oktober 2022

Penulis

Liswatin Wiwik Widyaseh

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI.....	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	iv
SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Sistem Persamaan Diferensial.....	4
2.2 Model Logistik.....	5
2.3 Model <i>Predator-Prey</i> Lotka Voltera.....	6
2.4 Fungsi Respon Holling	6
2.5 Fungsi Respon Beddington DeAngelis	7
2.6 Kestabilan Sistem Linier	8
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	10
BAB IV PEMBAHASAN	
4.1 Model Predator-Prey dengan Fungsi Respon Beddington-DeAngelis	11

4.1.1 Titik Setimbang Model Predator-Prey dengan Fungsi Respon Beddington-DeAngelis	16
4.1.2 Analisis Kestabilan Lokal Titik Setimbang Model Predator-Prey dengan Fungsi Respon Beddington-DeAngelis.....	18
4.2 Simulasi Numerik dan Interpretasi Model Predator-Prey dengan Fungsi Respon Beddington-DeAngelis	29
4.2.1 Simulasi Numerik Model Predator-Prey dengan Fungsi Respon Beddington-DeAngelis	29
4.2.2 Simulasi Numerik Pengaruh Gangguan Timbal Balik terhadap Model Predator-Prey dengan Fungsi Respon Beddington-DeAngelis	30
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
4.1	Variabel dalam Model <i>Predator-Prey</i> dengan Fungsi Respon Beddington-DeAngelis	13
4.2	Parameter dalam Model <i>Predator-Prey</i> dengan Fungsi Respon Beddington-DeAngelis	13
4.3	Nilai Awal Bidang Fase Kepunahan <i>Predator</i> Kecil	23
4.4	Nilai Parameter Bidang Fase Kepunahan <i>Predator</i> Kecil	24
4.5	Nilai Awal Bidang Fase Koeksistensi	26
4.6	Nilai Parameter Bidang Fase Koeksistensi	26
4.7	Nilai Parameter untuk Simulasi Numerik Pengaruh Gangguan Timbal Balik terhadap Model <i>Predator-Prey</i> dengan Fungsi Respon Beddington-DeAngelis	30

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
4.1	Bidang Fase Titik Setimbang Kepunahan <i>Predator</i> Kecil (y, v)	25
4.2	Bidang Fase Titik Setimbang Kepunahan <i>Predator</i> Kecil (x, u)	25
4.3	Bidang Fase Titik Setimbang Koeksistensi (y, v)	28
4.4	Bidang Fase Titik Setimbang Koeksistensi (x, u)	28
4.5	Simulasi Numerik Populasi Terhadap Waktu	29
4.6	Simulasi Numerik Populasi <i>Prey</i> Kecil dengan Tiga Nilai β_1 yang Berbeda	32
4.7	Simulasi Numerik Populasi <i>Predator</i> Kecil dengan Tiga Nilai β_1 yang berbeda	32
4.8	Simulasi Numerik Populasi <i>Prey</i> Kecil dengan Tiga Nilai β_2 yang berbeda	33
4.9	Simulasi Numerik Populasi <i>Predator</i> Besar dengan Tiga Nilai β_2 yang berbeda	33
4.10	Simulasi Numerik Populasi <i>Prey</i> Besar dengan Tiga Nilai β_3 yang berbeda	34
4.11	Simulasi Numerik Populasi <i>Predator</i> Besar dengan Tiga Nilai β_2 yang berbeda	34

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran
1	Perhitungan Titik Setimbang Kepunahan pada <i>Predator</i>
2	Perhitungan Titik Setimbang Kepunahan <i>Predator</i> kecil
3	Perhitungan Titik Setimbang Koeksistensi
4	Analisis Kestabilan Lokal Perhitungan Titik Setimbang Kepunahan
5	Analisis Kestabilan Lokal Perhitungan Titik Setimbang Kepunahan pada <i>Predator</i>
6	Kode Program Matlab Bidang Fase Titik Setimbang Kepunahan <i>Predator</i> Kecil
7	Kode Program Matlab Bidang Fase Titik Setimbang Koeksistensi
8	Kode Program Matlab Simulasi Numerik
9	Kode Program Matlab Simulasi Numerik Pengaruh Gangguan Timbal Balik β_1 terhadap Model <i>Predator-Prey</i> dengan Fungsi Respon Beddington-DeAngelis
10	Kode Program Matlab Simulasi Numerik Pengaruh Gangguan Timbal Balik β_2 terhadap Model <i>Predator-Prey</i> dengan Fungsi Respon Beddington-DeAngelis
11	Kode Program Matlab Simulasi Numerik Pengaruh Gangguan Timbal Balik β_3 terhadap Model <i>Predator-Prey</i> dengan Fungsi Respon Beddington-DeAngelis