

**ANALISIS MODEL *PREDATOR-PREY*
DENGAN FUNGSI RESPON HOLLING TIPE IV
PADA RANTAI MAKANAN TIGA TINGKAT
DENGAN ADANYA PEMANENAN**

SKRIPSI



FARIDATUL LAILA

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

2022

IR - PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

**ANALISIS MODEL *PREDATOR-PREY*
DENGAN FUNGSI RESPON HOLLING TIPE IV
PADA RANTAI MAKANAN TIGA TINGKAT
DENGAN ADANYA PEMANENAN**

SKRIPSI



FARIDATUL LAILA

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

2022

i

**ANALISIS MODEL *PREDATOR-PREY*
DENGAN FUNGSI RESPON HOLLING TIPE IV
PADA RANTAI MAKANAN TIGA TINGKAT
DENGAN ADANYA PEMANENAN**

SKRIPSI

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

Faridatul Laila
NIM. 081811233053

Disetujui Oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Dr. Miswanto, M.Si.
NIP. 196802041993031002



Cicik Alfiniyah, M.Si., Ph.D.
NIP. 198604122008122003

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Analisis Model *Predator-Prey* dengan Fungsi Respon
Holling Tipe IV pada Rantai Makanan Tiga Tingkat dengan
Adanya Pemanenan

Penyusun : Faridatul Laila

NIM : 081811233053

Pembimbing I : Dr. Miswanto, M.Si.

Pembimbing II : Cicik Alfiniyah, M.Si., Ph.D.

Tanggal Seminar : 27 Oktober 2022

Disetujui oleh:

Pembimbing I,



Dr. Miswanto, M.Si.

NIP. 196802041993031002

Pembimbing II,



Cicik Alfiniyah, M.Si., Ph.D.

NIP. 198604122008122003

Mengetahui,

Ketua Departemen dan Koordinator Program Studi Matematika

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Airlangga



Dr. Herry Suprajitno, M.Si.

NIP. 196804041994031020

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

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

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya:

Nama : Faridatul Laila
NIM : 081811233053
Program Studi : Matematika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Jenjang : Sarjana (S1)

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

“Analisis Model *Predator-Prey* dengan Fungsi Respon Holling Tipe IV pada Rantai Makanan Tiga Tingkat dengan Adanya Pemanenan”

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

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 28 Oktober 2022



Faridatul Laila

NIM. 081811233053

Faridatul Laila, 2022, **Analisis Model *Predator-Prey* dengan Fungsi Respon Holling Tipe IV pada Rantai Makanan Tiga Tingkat dengan Adanya Pemanenan**. Skripsi ini dibawah bimbingan Dr. Miswanto, M.Si. dan Cicik Alfiniyah, M.Si., Ph.D. Prodi S-1 Matematika, Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRAK

Ekosistem merupakan suatu sistem ekologi yang terbentuk oleh hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Pada ekosistem terjadi sebuah interaksi dua atau lebih spesies yaitu interaksi antar *prey* dengan *predator*. Fungsi respon Holling tipe IV merupakan fungsi respon yang memperhatikan interaksi antara *predator* dan *prey*. Pada Fungsi respon Holling tipe IV *prey* memiliki bentuk pertahanan diri untuk menghindari ancaman dari populasi *predator*. Skripsi ini menyajikan model *predator-prey* dengan fungsi respon Holling tipe IV pada rantai makanan tiga tingkat dengan adanya pemanenan pada ketiga populasi. Terdapat tiga populasi pada model, yaitu populasi *prey*, populasi *predator* menengah dan populasi *predator* atas. Tujuan dari skripsi ini adalah untuk menganalisis kestabilan titik setimbang model *predator-prey* dengan fungsi respon Holling tipe IV pada rantai makanan tiga tingkat dengan adanya pemanenan. Berdasarkan hasil analisis model diperoleh empat titik setimbang, dari keempat titik setimbang tersebut yang bersifat stabil asimtotis bersyarat adalah titik setimbang kepunahan ketiga populasi (E_1) dan titik setimbang kepunahan *predator* menengah dan *predator* atas (E_2), sedangkan titik setimbang kepunahan *predator* atas (E_3) dan titik setimbang koeksistensi (E_4) tidak diperoleh secara eksplisit, oleh karena itu analisisnya menggunakan bidang fase. Dari hasil bidang fase diperoleh bahwa kedua titik setimbang tersebut bersifat stabil asimtotis. Hasil simulasi numerik menunjukkan bahwa terjadi peningkatan pada jumlah populasi *prey* maka populasi *predator* menengah dan *predator* atas mengalami peningkatan dan saat populasi *prey* mengalami penurunan maka populasi *predator* menengah dan *predator* atas juga mengalami penurunan.

Kata Kunci: model *predator-prey*, fungsi respon holling tipe IV, analisis kestabilan, pemanenan.

Faridatul Laila, 2022, **Analysis of *Predator-Prey* Model with Holling's Type IV Response Function in Three-Level Food Chain with Harvesting**. This thesis is supervised by Dr. Miswanto, M.Si. and Cicik Alfiniyah, M.Si., Ph.D. Department of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Airlangga University, Surabaya.

ABSTRACT

Ecosystem is an ecological system formed by the reciprocal relationship between living things and their environment. In an ecosystem, there is an interaction between two or more species, namely the interaction between prey and predators. Holling's type IV response function is a response function that pays attention to the interaction between *predators* and *prey*. In Holling's type IV response function *prey* has a form of self-defense to avoid threats from *predator* populations. This thesis presents a *predator-prey* model with a Holling's type IV response function in a three-level food chain in the presence of harvesting. There are three populations in the model, namely the *prey* population, the middle *predator* population and the upper *predator* population. The purpose of this thesis is to analyze the stability of the equilibrium point of the *predator-prey* model with the Holling's type IV response function in a three-level food chain in the presence of harvesting. Based on the results of the model analysis, four equilibrium points were obtained, from the four equilibrium points which were conditionally asymptotically stable, the equilibrium point for the extinction of the three population (E_1) and the equilibrium point for the extinction of the middle and top predator (E_2), while the equilibrium point for the extinction of the top predator (E_3) was obtained and the coexistence equilibrium point (E_4) is not obtained explicitly, therefore the analysis uses the phase plane. From the results of the phase plane, it is found that the two equilibrium points are asymptotically stable. The results of numerical simulations show that when the prey population increases, the middle and top predator populations increase and when the prey population decreases, the middle and top predator populations also decrease.

Keywords: *Predator-prey* model, Holling's type IV response function, stability analysis, harvesting.

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun skripsi yang berjudul “Analisis Model *Predator-Prey* dengan Fungsi Respon Holling Tipe IV pada Rantai Makanan Tiga Tingkat dengan Adanya Pemanenan”.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Maka dari itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada beberapa pihak sebagai berikut:

1. Prof. Dr. Mohammad Nasih, S.E., M.T., Ak., CMA. sebagai Rektor Universitas Airlangga yang telah memberikan kesempatan untuk menuntut ilmu.
2. Prof. Dr. Moh. Yasin, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga yang telah memberikan fasilitas kepada penulis saat penulis menempuh studi.
3. Dr. Herry Suprajitno, M.Si. selaku Ketua Departemen Matematika dan Koordinator Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga yang telah memberikan fasilitas kepada penulis saat penulis menempuh studi.
4. Dr. Windarto, M.Si. selaku dosen wali yang senantiasa memberikan arahan dan nasihat.
5. Dr. Miswanto, M.Si. selaku dosen pembimbing I yang senantiasa memberikan ilmu, saran dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
6. Cicik Alfiniyah, M.Si., Ph.D. selaku dosen pembimbing II yang senantiasa memberikan ilmu, saran dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
7. Seluruh dosen di Universitas Airlangga, khususnya Departemen Matematika yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat kepada penulis.
8. Kedua orang tua tercinta Bapak Suwandi dan Ibu Jarotin, kakak tercinta Mbak Mifta, serta keponakan tersayang Haura dan Ibnu yang selalu memberikan do'a, nasihat, motivasi dan dukungan yang tiada hentinya.

9. Untuk Serly, Liswatin, Levi, Tasya, Indah, Laila, dan Erza yang selalu memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis.
10. Teman-teman mahasiswa matematika angkatan 2018 Universitas Airlangga yang memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.
11. Seluruh pihak yang belum tertulis yang membantu penulis dalam mendapatkan gelar sarjana.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberi manfaat sebagai acuan atau bahan pustaka dan penambah informasi khususnya bagi mahasiswa Universitas Airlangga. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih belum sempurna sehingga saran dan kritik yang membangun diperlukan untuk menyempurnakannya.

Surabaya, Oktober 2022

Penulis,

Faridatul Laila

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI.....	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	iv
SURAT PERNYATAAN 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
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Rantai Makanan.....	5
2.2 Sistem Persamaan Diferensial	6
2.3 Kestabilan Sistem Linier	7
2.4 Model Matematika <i>Predator-Prey</i> Lotkal Volterra	9
2.5 Fungsi Respon Holling	9
2.6 Model Pertumbuhan Logistik	12
BAB III METODE PENELITIAN	13
BAB IV PEMBAHASAN.....	15
4.1 Model <i>Predator-Prey</i> dengan Fungsi Respon Holling Tipe IV pada Rantai Makanan Tiga Tingkat dengan Adanya Pemanenan	15

4.2	Titik Setimbang Model <i>Predator-Prey</i> dengan Fungsi Respon Holling Tipe IV pada Rantai Makanan Tiga Tingkat dengan Adanya Pemanenan.....	18
4.3	Analisis Kestabilan Lokal Model <i>Predator-prey</i> dengan Fungsi Respon Holling Tipe IV Pada Rantai Makanan Tiga Tingkat dengan Adanya Pemanenan.....	23
4.4	Simulasi Numerik Model <i>Predator-prey</i> dengan Fungsi Respon Holling Tipe IV Pada Rantai Makanan Tiga Tingkat dengan Adanya Pemanenan.	31
BAB V PENUTUP		33
5.1	Kesimpulan.....	33
5.2	Saran	33
DAFTAR PUSTAKA		35
LAMPIRAN.....		37

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
4.1	Definisi Variabel Model <i>Predator-Prey</i> dengan Fungsi Respon Holling Tipe IV pada Rantai Makanan Tiga Tingkat dengan Adanya Pemanenan	16
4.2	Definisi Parameter Model <i>Predator-Prey</i> dengan Fungsi Respon Holling Tipe IV pada Rantai Makanan Tiga Tingkat dengan Adanya Pemanenan	16
4.3	Nilai Awal untuk Bidang Fase Kepunahan <i>Predator</i> Atas	27
4.4	Nilai Parameter untuk Bidang Fase Kepunahan <i>Predator</i> Atas	27
4.5	Nilai Awal untuk Bidang Fase Kepunahan <i>Predator</i> Atas	29
4.6	Nilai Parameter untuk Bidang Fase Kepunahan <i>Predator</i> Atas	29
4.7	Nilai Parameter Simulasi Numerik Saat Kondisi Koeksistensi	31

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
4.1	Grafik Bidang Fase Kestabilan Titik Setimbang Kepunahan <i>Predator</i> Atas	28
4.2	Grafik Bidang Fase Kestabilan Titik Setimbang Koeksistensi	30
4.3	Grafik Simulasi Numerik Dinamika Pertumbuhan Ketiga Populasi Terhadap Waktu	32

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul
1	Perhitungan Titik Setimbang Kepunahan Ketiga Populasi
2	Perhitungan Titik Setimbang Kepunahan <i>Predator</i> Menengah dan <i>Predator</i> Atas
3	Perhitungan Titik Setimbang Kepunahan <i>Predator</i> Atas
4	Perhitungan Titik Setimbang Koeksistensi
5	Analisis Kestabilan Lokal Titik Setimbang Kepunahan
6	Analisis Kestabilan Lokal Titik Setimbang Kepunahan <i>Predator</i> Menengah dan <i>Predator</i> Atas
7	Kode Program MATLAB dengan M-file untuk Bidang Fase Titik Setimbang Kepunahan <i>Predator</i> Menengah dan <i>Predator</i> Atas
8	Kode Program MATLAB dengan M-file untuk Bidang Fase Titik Setimbang Koeksistensi
9	Kode Program MATLAB dengan M-file untuk Simulasi Numerik Kondisi Pertumbuhan <i>Prey</i> , <i>Predator</i> Menengah, dan <i>Predator</i> Atas