

SKRIPSI

**ANALISIS KESTABILAN MODEL *PREDATOR-PREY* PADA
POPULASI IKAN DENGAN TINGKAH LAKU SOSIAL (*SCHOOLING*)**



TASYA FIDIA PUTRI

**PROGRAM STUDI S-1 MATEMATIKA
DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
2022**

IR - PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

SKRIPSI

**ANALISIS KESTABILAN MODEL *PREDATOR-PREY* PADA
POPULASI IKAN DENGAN TINGKAH LAKU SOSIAL (*SCHOOLING*)**



TASYA FIDIA PUTRI

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

2022

**ANALISIS KESTABILAN MODEL *PREDATOR-PREY* PADA
POPULASI IKAN DENGAN TINGKAH LAKU SOSIAL
(*SCHOOLING*)**

SKRIPSI

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

Disetujui oleh :

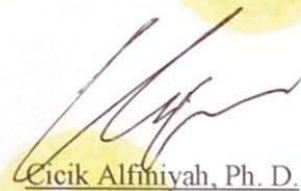
Pembimbing I,



Dr. Miswanto, M.Si.

NIP. 196802041993031002

Pembimbing II,



Cicik Alfiniyah, Ph. D.

NIP. 198604122008122003

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Analisis Kestabilan Model *Predator-Prey* Pada Populasi Ikan dengan Tingkah Laku Sosial (*Schooling*)
Penyusun : Tasya Fidia Putri
NIM : 081811233045
Pembimbing I : Dr. Miswanto, M.Si.
Pembimbing II : Cicik Alfiniyah, Ph.D
Tanggal Ujian : 26 Juli 2022

Disetujui oleh:

Pembimbing I,



Dr. Miswanto, M.Si.

NIP. 196802041993031002

Pembimbing II,



Cicik Alfiniyah, Ph.D

NIP. 19860412200822003

Mengetahui,

Ketua Departemen Matematika

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Airlangga



Dr. Herry Suprajitno, S.Si., M.Si., Ph.D.

NIP. 196804041994031020

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga. Diperkenankan untuk dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan 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 :

Nama : Tasya Fidia Putri

NIM : 081811233045

Program Studi : S-1 Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Jenjang : Sarjana (S1)

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

“Analisis Kestabilan Model *Predator-Prey* pada Populasi Ikan dengan Tingkah Laku Sosial (*Schooling*)”

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

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 11 Juli 2022



Tasya Fidia Putri

NIM. 081811233045

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Kestabilan Model *Predator-Prey* pada Populasi Ikan dengan Tingkah Laku Sosial (*Schooling*)”.

Penulisan skripsi ini tentunya tidak lepas dari dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, tak lupa penulis ucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Mohammad Nasih, SE., 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, S.Si, M.Si selaku Ketua Departemen Matematika dan Koordinator Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga yang telah memberikan bimbingannya.
4. Dr. Windarto, S.Si, M.Si selaku dosen wali yang selalu memberikan saran dan inspirasi untuk membuat rancangan perkuliahan.
5. Dr. Miswanto, M.Si selaku dosen pembimbing I yang selalu memberikan arahan dan bimbingannya selama perkuliahan.
6. Cicik Alfiniyah, Ph.D selaku dosen pembimbing II yang selalu memberikan arahan dan bimbingannya serta semangat selama perkuliahan.
7. Seluruh dosen di Universitas Airlangga, khususnya di Departemen Matematika yang telah menyampaikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis.
8. Yang tercinta kedua orang tua, Taupic Koernianto dan Rodiyah, kedua adik tersayang Nayra dan Abidzar serta keluarga besar saya yang selalu memberikan semangat dan memberikan dukungan secara spiritual maupun materi.
9. Ahmad Syauqi serta keluarga yang telah memberikan dukungan secara spiritual dan motivasi.

10. Sahabat penulis Hanun, Billa, Della, Herlina, Erin, Vega, Masita, Nisrina yang selalu memberikan dukungan dan motivasi
11. Teman-teman seperjuangan Matematika angkatan 2018 yang memberikan dukungan kepada penulis.
12. Serta semua pihak yang telah membantu dan terlibat dalam penulisan skripsi ini.

Surabaya, 11 Juli 2022

Penulis

Tasya Fidia Putri

Tasya Fidia Putri, 2022, **Analisis Kestabilan Model *Predator-Prey* Pada Populasi Ikan Dengan Tingkah Laku Sosial (*Schooling*)**. Skripsi ini di bawah bimbingan Dr. Miswanto, M.Si. dan Cicik Alfiniyah, Ph. D. Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRAK

Tingkah laku hewan dibedakan menjadi dua macam, yaitu tingkah laku individual dan tingkah laku sosial. Tingkah laku sosial terjadi karena adanya kerjasama diantara anggota-anggotanya. Salah satu contoh dari tingkah laku sosial hewan adalah *schooling* pada ikan. Tujuan dari tingkah laku *schooling* adalah melindungi diri dari cuaca buruk dan memiliki kesuksesan yang lebih tinggi dalam menemukan pasangan. Pada spesies ikan *predator*, hidup berkelompok dapat meningkatkan keberhasilan mencari makan sedangkan pada spesies ikan *prey*, hidup berkelompok dapat mengurangi resiko predasi. Pada skripsi ini, dikaji model *predator-prey* pada populasi ikan dengan tingkah laku sosial (*schooling*) serta memperhatikan *prey* yang terinfeksi. Dari model tersebut diperoleh lima titik setimbang, yakni titik setimbang kepunahan, titik setimbang bebas infeksi dan kepunahan *predator*, titik setimbang bebas infeksi, titik setimbang kepunahan *predator*, dan titik setimbang koeksistensi. Titik setimbang kepunahan, titik setimbang bebas infeksi dan kepunahan *predator*, dan titik setimbang bebas infeksi bersifat stabil asimtotis dengan syarat tertentu. Titik setimbang kepunahan *predator* bersifat stabil dengan syarat tertentu. Titik setimbang koeksistensi bersifat stabil asimtotis dengan menggunakan bidang fase dan simulasi numerik karena tidak ditemukan hasil secara analitik.

Kata Kunci: *Model Predator-Prey, Tingkah Laku Sosial (Schooling), Titik Setimbang, Kestabilan, Simulasi Numerik*

Tasya Fidia Putri, 2022, **Analysis of a Predator Prey Model for Fish Populations with Social Behaviour (Schooling)**. This thesis is supervised by Dr. Miswanto, M.Si. and Cicik Alfiniyah, Ph. D. Department of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Airlangga University, Surabaya.

ABSTRACT

Animal behavior is divided into two types, namely individual behavior and social behavior. Social behavior occurs due to cooperation between its members. Example of the animals social behavior is schooling in fish. The goal of schooling behavior is to protect yourself from bad weather and have higher success in finding a partner. In predatory fish species, living in groups can increase the success of foraging while in prey species, living in groups can reduce the risk of predation. In this thesis, a predator-prey model was studied in fish populations with social behavior (schooling) and paying attention to infected prey. From this model, five equilibrium points were obtained, namely the equilibrium point of extinction, the infection-free and the extinction of predators equilibrium point, the infection-free equilibrium point, the extinction of predators equilibrium point, and the equilibrium point of coexistence. The equilibrium point of extinction, the infection-free and the extinction of predators equilibrium point, and the infection-free equilibrium point are asymptotically stable with certain conditions. The extinction of predators equilibrium point that is stable with certain conditions. The equilibrium point of coexistence that are asymptotically stable using the phase plane and numerical simulations, because no results are found analytically. The results of numerical simulations showed that there was an increase in the number of vulnerable prey populations and a decrease in the number of infected prey and predator populations.

Keywords: *Predator-Prey Model, Social Behaviour (Schooling), Equilibrium Point, Stability, Numerical Simulation*

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI.....	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	iv
SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
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 Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Sistem Persamaan Diferensial.....	5
2.2 Model Lotka Volterra <i>Predator-Prey</i>	7
2.3 Model Holling	8
2.4 Kestabilan Sistem Linier	9
2.5 Sistem Pertahanan pada Prey	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	12
BAB IV PEMBAHASAN.....	13
4.1. Model <i>Predator-Prey</i> pada Populasi Ikan dengan Tingkah Laku Sosial (<i>Schooling</i>)	13
4.1.1 Titik Setimbang Model <i>Predator-Prey</i> pada Populasi Ikan dengan Tingkah Laku Sosial (<i>Schooling</i>)	16

4.1.2 Analisis Kestabilan Lokal Model <i>Predator-Prey</i> pada Populasi Ikan dengan Tingkah Laku Sosial (<i>Schooling</i>).....	20
4.2. Simulasi Numerik.....	29
4.2.1 Simulasi Numerik untuk Titik Setimbang Bebas Infeksi dan Kepunahan Predator.....	29
4.2.2 Simulasi Numerik untuk Titik Setimbang Bebas Infeksi	31
4.2.3 Simulasi Numerik untuk Titik Setimbang Koeksistensi.....	32
BAB V PENUTUP.....	35
5.1 Kesimpulan.....	35
5.2 Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN.....	39

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
	Pendefinisian Variabel pada Model Matematika <i>Predator-Prey</i> Pada Populasi Ikan Dengan Tingkah Laku Sosial (<i>Schooling</i>)	14
4.1		
	Pendefinisian Parameter pada Model Matematika <i>Predator-Prey</i> Pada Populasi Ikan dengan Tingkah Laku Sosial (<i>Schooling</i>)	14
4.2		
	Nilai Awal Populasi pada Kestabilan Titik Setimbang Koeksistensi	28
4.3		
	Nilai Parameter pada Kestabilan Titik Setimbang Koeksistensi	28
4.4		
	Nilai Parameter pada Simulasi Numerik Titik Setimbang Bebas Infeksi dan Kepunahan <i>Predator</i>	30
4.5		
	Nilai Parameter pada Simulasi Numerik Titik Setimbang Bebas Infeksi	31
4.6		

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
4.1	Bidang Fase Titik Setimbang Koeksistensi	28
4.2	Grafik Simulasi Numerik Bebas Infeksi dan Kepunahan <i>Predator</i>	30
4.3	Grafik Simulasi Numerik Bebas Infeksi	32
4.4	Grafik Simulasi Numerik Koeksistensi	33

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran
1	Perhitungan Titik Setimbang Bebas Infeksi dan Kepunahan Predator (ε_2)
2	Perhitungan Titik Setimbang Bebas Infeksi (ε_3)
3	Perhitungan Titik Setimbang Kepunahan Predator (ε_4)
4	Perhitungan Titik Setimbang Koeksistensi (ε_5)
5	Analisis Kestabilan Lokal Titik Setimbang Kepunahan (ε_1)
6	Analisis Kestabilan Lokal Titik Setimbang Bebas Infeksi dan Kepunahan Predator (ε_2)
7	Analisis Kestabilan Lokal Titik Setimbang Bebas Infeksi (ε_3)
8	Analisis Kestabilan Lokal Titik Setimbang Kepunahan Predator (ε_4)
9	Kode Program Matlab Grafik Bidang Fase Model <i>Predator-Prey</i> pada Populasi Ikan dengan Tingkah Laku Sosial (<i>Schooling</i>)
10	Kode Program Matlab Simulasi Numerik Bebas Infeksi dan Kepunahan <i>Predator</i> Model <i>Predator-Prey</i> pada Populasi Ikan dengan Tingkah Laku Sosial (<i>Schooling</i>)
11	Kode Program Matlab Simulasi Numerik Bebas Infeksi Model <i>Predator-Prey</i> pada Populasi Ikan dengan Tingkah Laku Sosial (<i>Schooling</i>)
12	Kode Program Matlab Simulasi Numerik Koeksistensi Model <i>Predator-Prey</i> pada Populasi Ikan dengan Tingkah Laku Sosial (<i>Schooling</i>)