

SKRIPSI

**ANALISIS KESTABILAN MODEL
BEDDINGTON-DEANGELIS DENGAN DAN TANPA
MAKANAN TAMBAHAN UNTUK PEMANGSA**



Aretha Belicia Irtan

NPM: 2016710011

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2021**

FINAL PROJECT

**STABILITY ANALYSIS OF BEDDINGTON-DEANGELIS
MODEL WITH AND WITHOUT ADDITIONAL FOOD FOR
PREDATOR**



Aretha Belicia Irtan

NPM: 2016710011

**DEPARTMENT OF MATHEMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS KESTABILAN MODEL BEDDINGTON-DEANGELIS DENGAN DAN TANPA MAKANAN TAMBAHAN UNTUK PEMANGSA

Aretha Belicia Irtan

NPM: 2016710011

Bandung, 17 Februari 2021

Menyetujui,

Pembimbing 2

Pembimbing 1

Iwan Sugiarto, S.Si., M.Si.

Dr. Andreas Parama Wijaya, S.Si.,
M.Si.

Ketua Tim Penguji

Anggota Tim Penguji

Dr. Ferry Jaya Permana, Drs., M.Si,
ASAI

Dr. Daniel Salim, M.Si.

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Dr. Erwinna Chendra

PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

ANALISIS KESTABILAN MODEL BEDDINGTON-DEANGELIS DENGAN DAN TANPA MAKANAN TAMBAHAN UNTUK PEMANGSA

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,
Tanggal 17 Februari 2021

Aretha Belicia Irtan
NPM: 2016710011

ABSTRAK

Ekosistem merupakan sistem ekologi yang terbentuk oleh hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Hubungan timbal balik tersebut terwujud dalam rantai makanan. Salah satu bentuk interaksi pada rantai makanan adalah predasi (mangsa-pemangsa). Faktor yang mempengaruhi proses predasi salah satunya adalah interferensi antar pemangsa. Interaksi antara mangsa dan pemangsa yang dipengaruhi oleh interferensi antar pemangsanya dapat dibentuk ke dalam model matematika. Model yang akan digunakan pada skripsi ini adalah model Beddington-DeAngelis. Pada skripsi ini akan diselidiki pengaruh tersebut terhadap tingkat pertumbuhan populasi mangsa dan pemangsa melalui analisis kestabilan dari titik kesetimbangan model Beddington-DeAngelis. Selanjutnya, pada skripsi ini diselidiki pengaruh penyediaan makanan tambahan terhadap tingkat pertumbuhan populasi mangsa dan pemangsa sehingga akan dicari kestabilan dari titik kesetimbangan model Beddington-DeAngelis dengan makanan tambahan. Berdasarkan kestabilan dari titik kesetimbangan kedua model dapat dilihat pengaruh makanan tambahan terhadap pertumbuhan populasi.

Kata-kata kunci: interferensi antar pemangsa, model Beddington-DeAngelis, makanan tambahan, titik kesetimbangan, kestabilan

ABSTRACT

An ecosystem is an ecological system formed by the relationship between living organisms and their environment. The relationship between living organisms and their environment happens through food chains. A form of interaction of food chains is predation (prey-predator). A factor that affects the predation process is interference among predators. Interactions between prey and predator with interference among predators can be formed into a mathematical model. In this study, we used the Beddington-DeAngelis model. In this study we investigated that effects on prey population growth and predator population growth by analyzing the stability of the equilibrium points of the Beddington-DeAngelis model. Furthermore, in this study we investigated the effects of additional food supply on prey population growth and predator population growth by searching the equilibrium points of the Beddington-DeAngelis model with additional food. Based on the stability of the equilibrium points of both models can be seen effects of additional food supply on population growth.

Keywords: interference among predators, Beddington-DeAngelis model, additional food, equilibrium points, stability

Untuk keluarga dan teman - teman

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus, atas segala kasih dan anugerah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan tepat waktu. Skripsi yang berjudul "Analisis Kestabilan Model Beddington-DeAngelis dengan dan tanpa Makanan Tambahan untuk Pemangsa" disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan studi Strata-I Program Studi Matematika, Fakultas Teknologi Informasi dan Sains, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung. Penulis berharap, skripsi ini dapat berguna bagi setiap orang yang membacanya. Selama masa studi, penulis telah banyak mendapatkan ilmu, pengalaman, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada:

- Bapak Iwan Sugiarto, M.Si dan Bapak Dr. Andreas Parama Wijaya selaku Dosen Pembimbing yang telah sabar dalam membimbing, memberikan ilmu, arahan, dan saran yang bermanfaat sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu.
- Bapak Dr. Ferry Jaya Permana, ASAI dan Bapak Dr. Daniel Salim selaku Dosen Penguji atas waktu dan saran yang diberikan untuk perbaikan skripsi ini.
- Seluruh dosen FTIS yang telah memberikan berbagai ilmu kepada penulis.
- Seluruh staf Tata Usaha FTIS atas segala bantuan administrasi selama masa perkuliahan penulis.
- Kedua orangtua, adik, dan seluruh keluarga besar yang selalu mendukung penulis dalam segala keadaan dan mendoakan penulis.
- Teman-teman Gurl Squad dan Sarang Sandal: Suryani, Nitya, Agnes, Fenny, Jessica T, Triny, Fanny, Vivian, Mutiara, Alvinda, Niko, Farand, dan Gerald. Terima kasih sudah menemani, memberikan hiburan, dukungan, dan pengalaman berharga kepada penulis selama menempuh perkuliahan ini.
- Lanang Galih yang selalu menyemangati dan mendengarkan keluh kesah penulis.
- Teman-teman Matematika Unpar dan FTIS angkatan 2016 yang telah memberikan pengalaman, hiburan, dan dukungan kepada penulis selama menempuh perkuliahan ini.
- Teman-teman Matematika Unpar angkatan 2014, 2015, 2017, 2018, dan 2019 yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, maka penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari para pembaca.

Bandung, Februari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| KATA PENGANTAR | xv |
| DAFTAR ISI | xvii |
| DAFTAR GAMBAR | xix |
| DAFTAR TABEL | xxi |
| 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 1 |
| 1.3 Tujuan | 2 |
| 1.4 Sistematika Penulisan | 2 |
| 2 LANDASAN TEORI | 3 |
| 2.1 Persamaan Diferensial | 3 |
| 2.2 Sistem Persamaan Diferensial Tak Linear Orde Satu | 3 |
| 2.3 Titik Kesetimbangan dan Kestabilan | 4 |
| 2.4 Model Lotka-Volterra | 6 |
| 2.5 Model Beddington-DeAngelis | 7 |
| 3 MODEL BEDDINGTON-DEANGELIS DENGAN DAN TANPA MAKANAN TAMBAHAN | 11 |
| 3.1 Model Beddington-DeAngelis | 11 |
| 3.1.1 Titik Kesetimbangan Model Beddington-DeAngelis | 12 |
| 3.1.2 Kestabilan dari Titik Kesetimbangan Model Beddington-DeAngelis | 14 |
| 3.2 Model Beddington-DeAngelis dengan Makanan Tambahan | 15 |
| 3.2.1 Titik Kesetimbangan Model Beddington-DeAngelis dengan Makanan Tambahan | 16 |
| 3.2.2 Kestabilan dari Titik Kesetimbangan Model Beddington-DeAngelis dengan Makanan Tambahan | 18 |
| 4 SIMULASI NUMERIK | 23 |
| 4.1 Simulasi Model Beddington-DeAngelis | 23 |
| 4.2 Simulasi Model Beddington-DeAngelis dengan Makanan Tambahan | 25 |
| 5 SIMPULAN DAN SARAN | 29 |
| 5.1 Simpulan | 29 |
| 5.2 Saran | 29 |
| DAFTAR REFERENSI | 31 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1 Hasil simulasi model Beddington-DeAngelis | 24 |
| 4.2 Hasil simulasi model Beddington-DeAngelis dengan makanan tambahan | 27 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|-----|----------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1 | Jenis kestabilan titik kesetimbangan berdasarkan nilai eigen | 5 |
| 3.1 | Definisi variabel dan parameter yang digunakan dalam model 3.1 | 12 |
| 3.2 | Definisi variabel dan parameter yang digunakan dalam model 3.2 | 16 |
| 4.1 | Nilai parameter untuk model Beddington-DeAngelis | 23 |
| 4.2 | Nilai parameter untuk model Beddington-DeAngelis dengan makanan tambahan . | 25 |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ekosistem merupakan sistem ekologi yang terbentuk oleh hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Suatu tingkatan organisasi dikatakan sebagai suatu sistem karena memiliki komponen-komponen dengan fungsi berbeda yang terkoordinasi secara baik sehingga masing-masing komponen terjadi hubungan timbal balik. Hubungan timbal balik tersebut terwujud dalam rantai makanan. Rantai makanan terjadi karena adanya interaksi antar makhluk hidup. Salah satu bentuk interaksi pada rantai makanan adalah predasi (mangsa-pemangsa). Predasi adalah bentuk interaksi antara suatu organisme yang memakan suatu organisme lainnya pada suatu tempat tertentu. Salah satu faktor yang mempengaruhi proses predasi adalah interferensi antar pemangsa. Interferensi antar pemangsa merupakan bentuk interaksi yang saling menghalangi akses terhadap suatu sumberdaya. Dalam sistem mangsa-pemangsa, interferensi antar pemangsa terjadi karena pemangsa-pemangsa tersebut mempunyai kebutuhan makanan yang sama tetapi jumlah makanan yang tersedia terbatas.

Interaksi antara mangsa dan pemangsa yang dipengaruhi oleh interferensi antar pemangsanya dapat dibentuk ke dalam model matematika. Model mangsa-pemangsa pertama kali diperkenalkan oleh Alfred J. Lotka dan Vito Volterra yang dikenal dengan nama model Lotka-Volterra [1]. Pada model tersebut tidak diperhitungkan bahwa mangsa yang tersedia jumlahnya terbatas, sehingga diperlukan penambahan fungsi respon pada model mangsa-pemangsa tersebut. Fungsi respon merupakan hubungan antara jumlah mangsa yang dikonsumsi oleh pemangsa dengan kepadatan mangsa [2]. Beddington (1975) [3] dan De Angelis (1975) [4], masing - masing memperkenalkan fungsi respon yang sama - sama memuat parameter yang berkaitan dengan faktor interferensi antarpemangsa pada model mangsa-pemangsa. Fungsi respon tersebut kemudian dinamakan fungsi respon Beddington-DeAngelis. Pada skripsi ini akan dibahas mengenai model Beddington-DeAngelis. Untuk mengetahui pengaruh interferensi antar pemangsa dilakukan analisis terhadap titik kesetimbangan model tersebut.

Selanjutnya pada skripsi ini akan dilihat pengaruh makanan tambahan terhadap pertumbuhan populasi mangsa dan pemangsa. Pengaruh dari makanan tambahan tersebut dapat diketahui dengan melakukan analisis terhadap titik kesetimbangan model Beddington-DeAngelis dengan makanan tambahan.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah:

1. Bagaimana pembentukan model Beddington-DeAngelis dan model Beddington-DeAngelis dengan makanan tambahan?
2. Bagaimana titik kesetimbangan dari model Beddington-DeAngelis dan model Beddington-DeAngelis dengan makanan tambahan?
3. Bagaimana kestabilan dari titik kesetimbangan model Beddington-DeAngelis dan model Beddington-DeAngelis dengan makanan tambahan?

4. Bagaimana perbandingan kestabilan antara model Beddington-DeAngelis dan model Beddington-DeAngelis dengan makanan tambahan?

1.3 Tujuan

Tujuan penulisan skripsi ini adalah:

- Menentukan model Beddington-DeAngelis dan model Beddington-DeAngelis dengan makanan tambahan.
- Menentukan titik kesetimbangan dari model Beddington-DeAngelis dan model Beddington-DeAngelis dengan makanan tambahan.
- Menentukan kestabilan dari titik kesetimbangan model Beddington-DeAngelis dan model Beddington-DeAngelis dengan makanan tambahan.
- Membandingkan kestabilan antara model Beddington-DeAngelis dan model Beddington-DeAngelis dengan makanan tambahan.

1.4 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan makalah ini terdiri dari 5 bab, yaitu:

BAB 1 : Pendahuluan

Pada bab ini akan dibahas latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB 2 : Landasan Teori

Pada bab ini akan dibahas teori pendukung yang digunakan dalam model Beddington-DeAngelis dengan dan tanpa makanan tambahan, antara lain persamaan diferensial, sistem persamaan diferensial tak linear orde satu, titik kesetimbangan dan kestabilan, model Lotka-Volterra, model Beddington-DeAngelis.

BAB 3 : Model Beddington-DeAngelis dengan dan tanpa Makanan Tambahan

Pada bab ini akan dibahas mengenai:

- Model Beddington-DeAngelis, titik kesetimbangan, dan kestabilan dari model tersebut.
- Model Beddington-DeAngelis dengan makanan tambahan, titik kesetimbangan, dan kestabilan dari model tersebut.

BAB 4 : Simulasi Numerik

Pada bab ini akan diperlihatkan simulasi numerik pada model Beddington-DeAngelis dan model Beddington-DeAngelis dengan makanan tambahan dengan nilai awal dan parameter yang telah ditentukan.

BAB 5 : Simpulan dan Saran

Bab ini berisi beberapa kesimpulan yang diambil dari pembahasan pada bab sebelumnya dan saran untuk pengembangan selanjutnya.