

**ANALISA KESTABILAN MODEL MANGSA PEMANGSA
DENGAN RESPON FUNGSIONAL
BEDDINGTON – DE ANGELIS**

TUGAS AKHIR

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Sains



**OLEH
JENNY SASMITA
NIM. 83967**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2011**

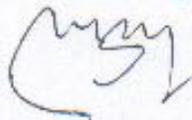
HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

Judul : Analisa Kestabilan Model Mangsa Pemangsa dengan Respon
Fungsional Beddington – De Angelis
Nama : Jenny Sasmita
NIM : 83967
Program Studi : Matematika
Jurusan : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 14 Agustus 2011

Disetujui oleh:

Pembimbing I



Muhammad Subhan, M.Si
NIP. 19701126 199903 1 002

Pembimbing II



Riry Sriningsih, S.Si, M.Sc
NIP. 19830426 200812 2 003

HALAMAN PENGESAHAN LULUS UJIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini dinyatakan bahwa :

Nama : Jenny Sasmita
NIM / TM : 83967/ 2007
Program Studi : Matematika
Jurusan : Matematika
Fakultas : MIPA

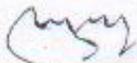
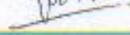
Dengan Judul Tugas Akhir

Analisa Kestabilan Model Mangsa Pemangsa dengan Respon Fungsional Beddington – De Angelis

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Matematika Jurusan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 14 Agustus 2011

Tim Penguji

| Nama | Tanda Tangan |
|--|---|
| Ketua : Muhammad Subhan, M.Si |  |
| Sekretaris : Riry Sriningsih, S.Si, M.Sc |  |
| Anggota : Dra. Arnellis, M.Si |  |
| Anggota : Dra. Helma, M.Si |  |
| Anggota : Dodi Vionanda, S.Si, M.Si |  |

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang , Agustus 2011

Yang Menyatakan,



Jenny Sasmita

ABSTRAK

Jenny Sasmita : Analisa Kestabilan Model Mangsa Pemangsa dengan Respon Fungsional Beddington- De Angelis

Interaksi populasi dapat dibentuk ke dalam model matematika. Salah satu interaksi populasi yaitu pemangsaan. Model matematika mengenai pemangsaan yaitu model Lotka-Volterra. Namun tidak semua kasus pemangsaan dapat dijelaskan dengan model Lotka-Volterra. Adanya kejenuhan pemangsa dan kompetisi antar pemangsa tidak dijelaskan dalam model Lotka-Volterra. Akan tetapi Beddington – De Angelis telah memperkenalkan sebuah model matematika mengenai pemangsaan dengan asumsi adanya kejenuhan pemangsa dan kompetisi antar pemangsa yang disebut dengan respon fungsional. Sehingga rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana dinamika model mangsa pemangsa dengan respon fungsional Beddington-De Angelis.

Penelitian ini merupakan penelitian dasar (teoritis). Metode yang digunakan adalah metode deskriptif dengan menganalisis teori yang relevan dengan permasalahan yang dibahas berdasarkan studi kepustakaan.

Model matematika mangsa-pemangsa dengan respon fungsional Beddington – De Angelis ini mengasumsikan adanya kejenuhan dalam memangsa dan adanya kompetisi antar pemangsa. Model ini berupa sistem persamaan diferensial non linear yaitu:

$$\frac{dx}{dt} = rx \left(1 - \frac{x}{K} \right) - \frac{axy}{h + bx + cy}$$
$$\frac{dy}{dt} = -ey + \frac{axy}{h + bx + cy}$$

Sistem di atas bisa memiliki tiga titik tetap. Pertama titik $E_1 = (0,0)$, $E_2 = (K, 0)$ dan $E_3 = \left(\frac{\mu j + c\mu y}{a - \tau\mu}, y \right)$. Jika $a > \mu\tau$ maka ketiga titik muncul dimana E_1 dan E_2 tidak stabil. Jika $a < \mu\tau$ maka hanya E_1 dan E_2 yang muncul dimana E_1 tidak stabil dan E_2 stabil. Dinamika model dipengaruhi oleh laju interaksi mangsa dan pemangsa dan laju penanganan mangsa. Berdasarkan hal ini diperoleh dua keadaan dari 3 titik tetap yang diperoleh. Jika laju interaksi mangsa dan pemangsa lebih kecil dari pada hasil perkalian antara laju kematian pemangsa dan laju penanganan mangsa maka suatu saat populasi pemangsa akan punah. Jika laju interaksi mangsa dan pemangsa lebih besar dari hasil perkalian antara laju kematian pemangsa dan laju penanganan mangsa maka populasi mangsa dan pemangsa yang ada tidak akan pernah punah pada lingkungan tersebut.

KATA PENGANTAR

Segala puji peneliti ucapkan kepada Allah SWT, atas limpahan nikmat dan karunia, kemampuan, kesempatan serta kemudahan, sehingga peneliti dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “ **Analisa Kestabilan Model Mangsa Pemangsa dengan Respon Fungsional Beddington – De Angelis** ”.

Tugas Akhir ini bertujuan untuk memenuhi sebagian dari persyaratan untuk memperoleh gelar **Sarjana Sains (S.Si)** pada Program Studi Matematika Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Padang. Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, peneliti banyak mendapatkan bantuan, bimbingan, arahan dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, peneliti mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Muhammad Subhan, M.Si, Pembimbing I, Penasehat Akademis sekaligus ketua program studi matematika jurusan matematika FMIPA UNP.
2. Ibu Riry Sriningsih, S.Si, M.Sc, Pembimbing II.
3. Ibu Dra. Arnellis, M.Si, Penguji Tugas Akhir.
4. Ibu Dra. Helma, M.Si, Penguji Tugas Akhir.
5. Bapak Dodi Vionanda, S.Si, M.Si, Penguji Tugas Akhir.
6. Bapak Drs. Lutfian Almash, M.S, Ketua Jurusan Matematika FMIPA UNP.
7. Bapak dan Ibu Staf Pengajar Jurusan Matematika FMIPA UNP.
8. Staf Administrasi dan Labor Komputasi Matematika FMIPA UNP.
9. Semua pihak yang telah membantu penulisan Tugas Akhir ini.

Semoga bimbingan dan bantuan yang diberikan kepada peneliti menjadi amal dan mendapat pahala dari Allah SWT.

Peneliti menyadari dalam penulisan ini masih belum sempurna karena keterbatasan peneliti. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun peneliti harapkan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini , dan mudah-mudahan Skripsi ini bermanfaat bagi kita semua.

Padang, Agustus 2011

Peneliti

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|---------|
| ABSTRAK | i |
| KATA PENGANTAR | ii |
| DAFTAR ISI | iv |
| DAFTAR GAMBAR | vi |
| BAB I. PENDAHULUAN | |
| A. Latar Belakang..... | 1 |
| B. Rumusan Masalah..... | 4 |
| C. Pertanyaan penelitian | 4 |
| D. Tujuan Penelitian..... | 4 |
| E. Manfaat Penelitian..... | 5 |
| F. Metode Penelitian | 5 |
| BAB II. KAJIAN TEORI | |
| A. Interaksi Antar Makhluk hidup | 7 |
| B. Interaksi <i>Spined Soldier Bug</i> dengan <i>Mexican Bean Beetle</i> | 8 |
| C. Model matematika | 10 |
| D. Persamaan Diferensial | 15 |
| E. Model Matematika dengan Interaksi Pemangsaan | 24 |
| BAB III. PEMBAHASAN | |
| A. Pembentukan Model..... | 31 |
| B. Titik Tetap Model Mangsa-Pemangsa dengan Respon fungsional Beddington-De angelis | 34 |
| C. Pelinearan Model Mangsa-Pemangsa dengan Respon fungsional Beddington-De angelis | 36 |
| D. Analisa Kestabilan Mangsa-Pemangsa dengan Respon fungsional Beddington-De angelis | 37 |

BAB IV. PENUTUP

A. Kesimpulan..... 48

B. Saran..... 49

DAFTAR PUSTAKA 50

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|---------|
| Gambar 1. Mexican Bean Beetle | 8 |
| Gambar 2. Spined Soldier bug..... | 9 |
| Gambar 3. Kurva model pertumbuhan eksponensial ($r>0$)..... | 13 |
| Gambar 5. Grafik model pertumbuhan logistik..... | 15 |
| Gambar 6. Kriteria kestabilan dari titik tetap..... | 20 |
| Gambar 7. Potret fase model Lotka-Voltera..... | 30 |
| Gambar 8. Potret fase model mangsa pemangsa dengan respon fungsional Beddington – De Anglis, dimana $a < \mu\tau$ | 44 |
| Gambar 9. Potret fase model mangsa pemangsa dengan respon fungsional Beddington – De Anglis, dimana $a > \mu\tau$ | 45 |

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Semua organisme yang hidup di alam tidak dapat hidup sendiri, melainkan harus selalu berinteraksi, baik dengan kelompoknya atau kelompok lainnya termasuk interaksi dengan alam (lingkungannya). Organisme hidup dalam sebuah sistem, didukung oleh berbagai komponen yang saling berhubungan dan saling berpengaruh, baik secara langsung maupun tidak langsung. Kehidupan semua jenis makhluk hidup saling mempengaruhi, dipengaruhi serta berinteraksi dengan alam membentuk satu kesatuan yang disebut ekosistem.

Salah satu bentuk interaksi dalam sebuah ekosistem adalah proses predasi (antara *predator- prey*). Hal tersebut dikarenakan setiap organisme berusaha mempertahankan eksistensinya dengan cara mencari makanan. Predasi merupakan interaksi antara mangsa dan pemangsa, dimana pemangsa sangat bergantung kepada mangsa.

Interaksi antar mangsa dan pemangsa ini telah banyak dikaji dalam berbagai jenis tulisan seperti artikel, jurnal, tugas akhir dan lain-lain. Interaksi ini telah ditampilkan dalam bahasa matematika yang dikenal dengan sebutan model matematika. Solusi dari model ini dapat digunakan untuk memperoleh informasi

tentang dinamika suatu populasi (Fred, 2000:128). Dinamika ini dapat memperlihatkan dalam keadaan bagaimana agar sistem (ekosistem) dapat seimbang. Model mangsa pemangsa yang terkenal adalah model Lotka-Volterra.

Pada model ini diberikan contoh interaksi antara ikan kecil dan hiu. Asumsi dalam model ini adalah sumber makanan untuk ikan kecil tidak terbatas, sehingga tingkat pertumbuhan ikan tanpa adanya pemangsa akan konstan. Tingkat kematian hiu tanpa adanya mangsa (ikan kecil) akan konstan. Kehadiran pemangsa akan menurunkan tingkat pertumbuhan ikan kecil dan meningkatkan tingkat pertumbuhan hiu (Fred, 2000:127). Hubungan antara jumlah mangsa yang diambil oleh pemangsa setiap satuan waktu atau laju pemangsaan disebut respon fungsional (Mcnaughton & Larry, 459).

Pada dasarnya semua sumber makanan di alam ini terbatas. Contohnya terjadi pada interaksi kumbang *Spined Soldier Bug* dan kumbang *Mexican Bean beetle*. Populasi kumbang tidak akan terus bertambah dengan sumber makanan yang tetap, disinilah dibutuhkan daya dukung lingkungan bagi pertumbuhan suatu populasi kumbang. Menurut Southwood (1978) setiap organisme memiliki batasan terhadap seberapa banyak mangsa yang dikonsumsinya per waktu, sehingga pemangsa tidak akan memangsa secara terus menerus sebanyak mangsa yang tersedia. Berdasarkan contoh di atas kumbang *Spined Soldier Bug* hanya memangsa dua kumbang *Mexican Bean beetle* setiap hari, walaupun jumlah kumbang melimpah. Terlihat bahwa pemangsa (kumbang podisus) hanya akan memangsa sebanyak yang mereka butuhkan saja. Faktor lain yang mempengaruhi

pertumbuhan suatu populasi, yaitu perebutan makanan. Pada saat jumlah pemangsa meningkat maka para pemangsa akan bersaing mendapatkan makanan untuk memenuhi kebutuhannya saat itu.

Keadaan seperti ini yang sering terjadi pada interaksi antara mangsa dan pemangsa pada suatu habitat. Beddington dan De Angelis telah membentuk model matematika dari peristiwa di atas dengan menjabarkan faktor yang menentukan laju interaksi mangsa dan pemangsa.

Beddington- De Angelis menambahkan daya dukung lingkungan dalam modelnya. Ide utamanya yaitu, pada saat populasi mangsa meningkat terjadi kejenuhan oleh pemangsa serta meningkatnya jumlah pemangsa akan menimbulkan gangguan antar pemangsa. Hal ini dikarenakan persaingan antar individu pemangsa. Ide utamanya ini ditambahkan dalam faktor penentu laju interaksi mangsa dan pemangsa setiap waktu. banyaknya mangsa yang dimangsa oleh pemangsa dalam suatu waktu. Faktor penentu yang diperoleh Beddington dan De Angelis disebut dengan respon fungsional Beddington – De Angelis. Sehingga dari contoh interaksi antara kumbang *Spined Soldier Bug* dan kumbang *Mexican Bean beetle* maka muncul suatu masalah menarik untuk membahas “Analisa kestabilan model mangsa pemangsa dengan respon fungsional Beddington – De Angelis”.

B. Rumusan Masalah

Interaksi antara kumbang *Spined Soldier Bug* dan kumbang *Mexican Bean beetle* memberikan suatu masalah yang akan dibahas dalam Tugas Akhir ini yaitu bagaimana dinamika model mangsa pemangsa dengan respon fungsional Beddington-De Angelis?

C. Pertanyaan penelitian

Pertanyaan penelitian adalah:

1. Bagaimana bentuk model mangsa pemangsa dengan respon fungsional Beddington – De Angelis?
2. Apa saja titik tetap yang diperoleh dari model mangsa pemangsa dengan respon fungsional Beddington – De Angelis?
3. Bagaimana kestabilan titik tetap yang diperoleh dari model mangsa pemangsa dengan respon fungsional Beddington – De Angelis?
4. Bagaimana interpretasi model mangsa pemangsa dengan respon fungsional Beddington – De Angelis?

D. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui bentuk model mangsa pemangsa dengan respon fungsional Beddington – De Angelis?

2. Mengetahui titik tetap yang diperoleh dari model mangsa pemangsa dengan respon fungsional Beddington – De Angelis?
3. Mengetahui kestabilan titik tetap yang diperoleh dari model mangsa pemangsa dengan respon fungsional Beddington – De Angelis?
4. Mengetahui interpretasi model mangsa pemangsa dengan respon fungsional Beddington – De Angelis?

E. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Menambah wawasan penulis dan pembaca tentang model mangsa pemangsa Beddington- Deangelis.
2. Sebagai referensi bagi penulis selanjutnya.

F. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian dasar (teoritis). Metode yang digunakan adalah dengan cara menganalisis teori yang relevan dengan permasalahan yang dibahas dan berlandaskan pada studi kepustakaan. Penulis memulai penelitian ini dengan meninjau permasalahan, mengumpulkan dan mengaitkan teori- teori yang diperoleh dengan permasalahan yang dibahas sebagai penunjang untuk menjawab permasalahan.

Langkah-langkah yang penulis lakukan dalam penelitian permasalahan adalah sebagai berikut:

- a. Mempelajari bagaimana interaksi antara predator dan mangsa sehingga diperoleh asumsi-asumsi yang dapat digunakan untuk membentuk model.
- b. Menentukan asumsi pembentukan model.
- c. Mengkaitkan hubungan antara variabel pada model berdasarkan asumsi yang dibuat.
- d. Membangun dan membentuk model.
- e. Menentukan titik tetap model yang diperoleh.
- f. Menganalisis kestabilan disekitar titik kesetimbangan.
- g. Memberikan interpretasi dari analisis yang diperoleh.