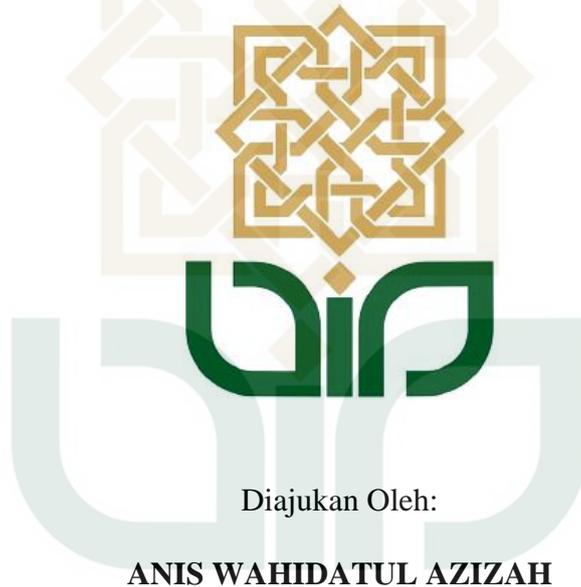


***EVOLUTIONARY STABLE STRATEGY (ESS)***  
**DALAM PERMAINAN EVOLUSIONER**  
**PADA POPULASI HEWAN**

**SKRIPSI**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Matematika



Diajukan Oleh:

**ANIS WAHIDATUL AZIZAH**

**15610051**

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

**Kepada:**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA**

**YOGYAKARTA**

**2019**



## **SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas akhir  
Lamp : -

Kepada  
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta  
di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum wr. wb.*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Anis Wahidatul Azizah  
NIM : 15610051  
Judul Skripsi : *Evolutionary Stable Strategy (ESS)* dalam Permainan Evolusioner pada Populasi Hewan

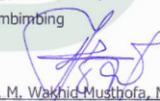
sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang matematika.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 25 April 2019

Pembimbing

  
Dr. M. Wakid-Musthofa, M. Si.  
NIP. 197790922 200801 1 011

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

### PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1617/Un.02/DST/PP.00.9/05/2019

Tugas Akhir dengan judul : EVOLUTIONARY STABLE STRATEGY (ESS) DALAM PERMAINAN EVOLUSIONER PADA POPULASI HEWAN

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : ANIS WAHIDATUL AZIZAH  
Nomor Induk Mahasiswa : 15610051  
Telah diujikan pada : Senin, 06 Mei 2019  
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

### TIM UJIAN TUGAS AKHIR

Ketua Sidang

Dr. Muhammad Wakhid Musthofa, S.Si., M.Si.  
NIP. 19800402 200501 1 003

Penguji I

Malahayati, S.Si., M.Sc  
NIP. 19840412 201101 2 010

Penguji II

Muhamad Zaki Riyanto, S.Si., M.Sc.  
NIP. 19840113 201503 1 001

Yogyakarta, 06 Mei 2019

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI



Dr. Murtono, M.Si.  
NIP. 19631212 200003 1 001

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Anis Wahidatul Azizah

NIM : 15610051

Program Studi : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini menyatakan bahwa isi skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi dan sesungguhnya skripsi ini merupakan hasil pekerjaan penulis sendiri sepanjang pengetahuan penulis, bukan duplikasi atau saduran dari karya orang lain kecuali bagian tertentu yang penulis ambil sebagai bahan acuan. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Yogyakarta, 25 April 2019

METERAI  
TEMPEL  
911786FF688543154  
6000  
ENAM RIBURUPIAH

Yang Menyatakan



Anis Wahidatul Azizah

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

*Bismillahirrahmanirrahim*

*Dengan izin Allas SWT, karya tulis ini penulis persembahkan kepada:*

*Kedua orang tua tercinta (Bapak Mulazimmuddin dan Ibu Sugiarti) dan adikku*

*tersayang (Wildan Nabil Al-Aziz)*

*Almamaterku UIN Sunan Kalijaga*

*Teman-teman seperjuangan Matematika 2015*



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## MOTTO

*Nothing is impossible!*

*Pray hard, Work Hard,*

karena

*“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum, sebelum kaum itu sendiri mengubah apa yang ada pada diri mereka” (QS. Ar-Ra’ad: 11)*

Ingat!

*“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan” (QS. Al-Insyirah: 5)*

dan

*“Bersabarlah kalian, sesungguhnya Allah bersama orang-orang yang sabar”*

*(QS. Al-Anfal: 46)*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrohmanirrohiim*

*Alhamdulillahillobbil'alamiin*, segala puji bagi Allah, Tuhan semesta alam yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Konsep Dasar *Evolutionary Stable Strategy* (ESS) dalam Permainan Evolusioner pada Populasi Hewan” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi. Shalawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan seluruh umatnya sampai akhir zaman.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak akan selesai dengan baik tanpa adanya bantuan, bimbingan, motivasi, serta do'a dari berbagai pihak. Berkenaan dengan hal tersebut, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya khususnya kepada:

1. Prof. Drs. K. H. Yudian Wahyudi, M. A., Ph. D., selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Dr. Murtono, M. Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Dr. M. Wakhid Musthofa, S. Si., M. Si., selaku Ketua Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, Dosen Pembimbing Akademik Program Studi Matematika angkatan 2015, dan Dosen Pembimbing Skripsi yang telah sabar

memberikan ilmu, arahan, dan dukungannya, serta meluangkan waktunya sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan.

4. Bapak/Ibu Dosen dan Staf Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta atas ilmu, bimbingan dan pelayanan selama perkuliahan.
5. Kedua orang tua tercinta, Bapak Mulazimmuddin dan Ibu Sugiarti atas segala do'a dan dukungan baik secara moril maupun materiil, serta selalu memberikan kasih sayang untuk penulis.
6. Adikku tersayang, Wildan Nabil Al-Aziz yang selalu menghibur dan memberikan pelajaran kehidupan bagi penulis.
7. Seluruh keluarga besar penulis yang selalu memberikan do'a dan dukungan bagi penulis.
8. Sahabat terbaikku, OT (Chusna, Ulfa, Karina, Rara, Anggar, Wahyu Mu'afi, Agus, Ulin, Hambali, Icus, Resa) yang selalu memberikan dukungan dan motivasi dengan kekonyolan mereka. Semoga tali silaturahmi tetap terjaga selamanya.
9. Keluarga besar Matematika angkatan 2015, khususnya untuk, Armel, Riha, dan Eka yang sudah banyak membantu dan memberi motivasi penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
10. Anak bimbingan bapak Wakhid, Aqil, Nurlita, dan khususnya untuk Nike yang sudah banyak membantu dalam proses pembuatan skripsi ini dan

memberi semangat kepada penulis. Terima kasih, semoga Allah SWT selalu memberi kebahagiaan untuk kalian.

11. Anak kost Wuluh dan Gadis Pagar Cokelat yang sudah menjadi teman seataap penulis dan selalu memberi semangat untuk penulis.
12. Teman-teman KKN 79, Muhzan, Isti, Winda, Tika, Fer, Gilang, Susi, Ismi, dan Aldi yang selalu memberi semangat, masukan dan doa sampai terselesaikannya tugas akhir ini.
13. Semua pihak terkait yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari penyusunan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, segala kritik maupun saran yang bersifat membangun dapat perkembangan penelitian ini sangat penulis harapkan. Semoga penyusunan skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan pihak lain yang membutuhkan.

Yogyakarta, 4 Maret 2019

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

ANIS WAHIDATUL AZIZAH

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>MOTTO</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR SIMBOL</b> .....	xiii
<b>INTISARI</b> .....	xv
<b>ABSTRACT</b> .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan Penulisan .....	5
1.5 Manfaat Penulisan .....	5
1.6 Tinjauan Pustaka .....	6
1.7 Metode Penelitian .....	6
1.8 Sistematika penulisan .....	8
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....	10
2.1 Matriks dan Operasi Matriks .....	10
2.2 Ruang Vektor .....	12
2.3 Teori Peluang ( <i>Probability Theory</i> ) .....	17
2.3.1 Pengertian Populasi dan Sampel .....	17
2.3.2 Peluang .....	18
2.4 Notasi Jumlah dan Sigma .....	20

2.5	Teori Permainan .....	21
2.5.1	Unsur-Unsur Teori Permainan .....	23
2.5.2	Klasifikasi Permainan .....	25
2.5.3	Matriks Pembayaran ( <i>Payoff Matrix</i> ).....	26
2.5.4	Strategi Optimum .....	28
2.6	Keseimbangan Nash .....	30
2.7	Transformasi Affine .....	32
<b>BAB III EVOLUTIONARY STABLE STRATEGY (ESS) DALAM</b>		
<b>PERMAINAN EVOLUSIONER .....</b>		
3.1	Teori Permainan Evolusioner .....	33
3.2	<i>Evolutionary Stable Strategy (ESS)</i> .....	34
3.3	Permainan Seleksi Alam .....	44
3.4	Permainan Kontes Berpasangan .....	50
3.5	<i>Evolutionary Stable Strategy</i> dan Keseimbangan Nash.....	61
3.6	Kontes Berpasangan Asimetris .....	65
3.7	Keberadaan ESS .....	72
<b>BAB IV PENUTUP .....</b>		
4.1	Kesimpulan.....	76
4.2	Saran .....	77
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		
<b>CURRICULUM VITAE.....</b>		
		80

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>Payoff Two Person Zero Sum Game</i> .....	23
Tabel 3. 1 <i>Payoff Permainan Seleksi Alam</i> .....	46
Tabel 3. 2 Perbedaan Kesetimbangan Nash dan ESS .....	61



## DAFTAR SIMBOL

$a_{ij}$	: Entri yang terletak pada baris $i$ ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) dan kolom $j$ ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) pada matriks $A$
$A_{m \times n}$	: matriks dengan $m$ baris dan $n$ kolom
$[a_{ij}]_{m \times n}$	: matriks dengan $m$ baris dan $n$ kolom yang memiliki entri pada baris $i$ dan kolom $j$ .
$\mathbb{R}^n$	: Ruang berdimensi $n$
$s_i$	: Strategi murni ke- $i$ , dimana $i = 1, 2, \dots, n$
$S$	: Himpunan strategi murni
$\sigma_i$	: Strategi campuran yang mungkin untuk pemain ke- $i$
$\zeta_i$	: Himpunan semua strategi campuran untuk pemain ke- $i$
$\arg \max \pi(\sigma, \bar{x}^*)$	: Suatu titik $\sigma$ pada $\pi(\sigma, x^*)$ , sehingga $\pi(\sigma, x^*)$ mencapai nilai maksimum
$\sum_{i=1}^n c_i$	: Penjumlahan semua bilangan berbentuk $(c_i)$ sebanyak $i = 1, 2, \dots, n$
$\pi_i(\sigma_1, \sigma_2)$	: <i>Payoff</i> untuk strategi pemain pertama dan strategi pemain kedua
$\sum_{s \in S} f(s)$	: Penjumlahan nilai dari $f(s)$ dimana $s \in S$
$\bar{x}$	: Profil populasi berupa ruang vektor

$x$	: Anggota dari ruang vektor $\bar{x}$
$p(s_i)$	: Probabilitas untuk strategi $s_i$
$\pi(\sigma, \bar{x})$	: <i>Payoff</i> untuk strategi $\sigma$ dengan profil populasi $\bar{x}$
$\sigma^*$	: Strategi pada keadaan setimbang/optimal
$\bar{x}_\varepsilon$	: Profil populasi baru dengan proporsi kecil $\varepsilon$
$\mu$	: Proporsi dalam hal rasio jenis kelamin
$p^*$	: Probabilitas/proporsi pada profil populasi $\bar{x}^*$
$v$	: Keuntungan ( <i>value</i> )
$c$	: Kerugian ( <i>cost</i> )

## INTISARI

Teori permainan evolusioner merupakan salah satu permainan yang penyelesaiannya berdasarkan pada teori permainan. Salah satu penerapan dari permainan evolusioner adalah mempelajari tentang strategi stabil secara evolusioner dalam mempertahankan populasi hewan dari generasi ke generasi. Dalam penerapan tersebut akan muncul beberapa permasalahan, antara lain tentang permainan seleksi alam dan permainan kontes berpasangan.

Penelitian ini membahas mengenai strategi stabil secara evolusioner pada hewan dalam mempertahankan populasinya baik itu menggunakan permainan seleksi alam ataupun permainan kontes berpasangan. Teori permainan ini memberikan gambaran baru mengenai hasil *payoff* dari strategi masing-masing pemain pada setiap konflik yang menandakan strategi tersebut berada dalam keadaan yang stabil atau *evolutionary stable strategy* (ESS).

Berdasarkan hasil pembahasan, diperoleh bahwa *evolutionary stable strategy* (ESS) adalah bentuk penyempurnaan dari kesetimbangan Nash. Suatu strategi disebut ESS jika *payoff* dari strategi optimum pada profil populasi tertentu lebih besar daripada *payoff* dari strategi lain pada profil populasi tertentu. Namun, tidak semua permainan dua pemain memiliki *evolutionary stable strategy* (ESS), tetapi pada permainan kontes berpasangan dua pemain selalu memiliki *evolutionary stable strategy* (ESS).

Kata kunci: Teori Permainan; Permainan Evolusioner; *Evolutionary Stable Strategy*.

## **ABSTRACT**

Evolutionary game theory is one game whose solution is based on game theory. One of the applications of the game theory is learning about animal population development from one generation to another. In this application, several problems will arise, including games against the field and pairwise contest games.

This study discusses the evolutionary stable strategy on animals in maintaining their population using games against the field or paired contest games. This game theory provides a new idea of the payoff results of each player's strategy in each conflict that indicates the strategy is stable or evolutionary stable strategy (ESS).

Based on the discussion, obtained that evolutionary stable strategy (ESS) is an improvement form of Nash equilibrium. A strategy is called ESS if payoff of the optimal strategy in a particular population profile is greater than the result of other strategies in a particular population profile. However, not all 2-player games have evolutionary stable strategy (ESS), but in a paired contest game with two-player games always has evolutionary stable strategy (ESS).

Keywords: Game Theory; Evolutionary game; Evolutionary Stable Strategy.



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Manusia adalah makhluk ciptaan Allah yang paling sempurna. Alasan utama yang membuat manusia sempurna adalah manusia memiliki akal. Akal adalah suatu aspek rohaniah dalam tubuh kita yang bisa membuat kita berpikir dan beranalisis untuk membedakan hal yang baik dan buruk dengan mempertimbangkan berbagai faktor. Manusia berpikir menggunakan akalanya dalam memecahkan berbagai masalah agar memperoleh sesuatu yang ingin dicapainya, sehingga tidak jarang jika manusia saling bersaing atau berkompetisi.

Kehidupan manusia sehari-hari tidak pernah lepas dari kegiatan yang bersifat kompetitif ataupun yang mengandung konflik kepentingan (Thomas, 1984). Perang militer, kampanye politik, pertandingan olah raga, persaingan dalam promosi, dan pemasaran oleh beberapa perusahaan, merupakan beberapa peristiwa yang memperlihatkan adanya persaingan dan perlawanan (Hillier, 1995).

Beberapa konflik yang terjadi tersebut dapat dimodelkan ke dalam bahasa matematika dengan menggunakan beberapa asumsi untuk menyederhanakan suatu permasalahan. Model matematika yang sudah dibentuk memungkinkan untuk dianalisa penyelesaian optimalnya, yang diharapkan dapat membantu menyelesaikan konflik yang ada. Teknik-teknik penyelesaian model matematika

bagi suatu permasalahan inilah yang kemudian dikembangkan dalam teori permainan (*game theory*).

Teori permainan adalah disiplin ilmu matematika yang mempelajari situasi persaingan dan kerja sama antara beberapa pihak yang terlibat (Hans, 2008). Teori permainan pertama kali diperkenalkan oleh seorang ahli matematika berkebangsaan Perancis yang bernama Emile Borel, pada tahun 1921. Teori permainan ditandai dengan adanya dua atau lebih pemain atau pengambil keputusan yang saling berinteraksi, dimana keputusan yang diambil akan menjadi ancaman bagi lawannya dan berpengaruh terhadap pembayaran (*payoff*) atau resiko (*cost*) yang akan diperoleh oleh masing-masing pemain di akhir permainan.

Salah satu penerapan dari teori permainan adalah memodelkan bagaimana perkembangan perilaku hewan dari generasi ke generasi (Thomas, 1984). Makan, minum, bernapas, beradaptasi, dan bereproduksi merupakan beberapa perilaku yang sering ditemui. Beberapa perilaku hewan dimodelkan dalam permainan evolusioner. Salah satu penerapan dari permainan evolusioner adalah mempelajari tentang strategi stabil secara evolusioner dalam mempertahankan populasi hewan dari generasi ke generasi.

Pada proses perkembangbiakan hewan, sebelum melakukan perkawinan, antar-pejantan dari suatu spesies sering kali bersaing/bertanding untuk menentukan siapa yang terunggul dan mendapatkan betina sebagai pasangan kawin. Beberapa cara yang banyak dilakukan oleh pejantan untuk menarik perhatian dan merayu betina adalah dengan menunjukkan kondisi bulu yang indah, keindahan dalam berkicau, atau bahkan “menari”. Pejantan yang tidak

memiliki daerah kekuasaan sendiri harus bersaing dengan pejantan lainnya dalam suatu lapangan khusus untuk memperebutkan betina. Rusa jantan mendorong pesaingnya dengan menggunakan tanduknya, ular bergulat dengan pesaingnya, tetapi ada kalanya mereka tidak saling menyerang ketika sedang sakit atau terluka (Thomas, 1984). Setiap hewan memiliki cara tersendiri untuk mempertahankan spesiesnya dan mereka akan melakukan yang terbaik untuk dirinya sendiri.

Menurut John Maynard Smith dan Price (1973), suatu individu akan menggunakan suatu strategi tertentu dari suatu himpunan strategi yang mungkin ketika bertemu lawan menggunakan strategi tertentu pula, sehingga akan menghasilkan suatu *payoff*. Hasil *payoff* ini merupakan ukuran keberhasilan suatu individu dalam bereproduksi (Thomas, 1984: 177).

Salah satu dari interpretasi biologis evolusi adalah suatu populasi terdiri dari hewan yang masing-masing hewan secara genetik diprogram untuk menggunakan beberapa strategi yang diwariskan oleh keturunannya (Webb, 2007). Nilai *payoff* setiap individu yang menggunakan strategi  $\sigma^*$  dapat diidentifikasi berdasarkan tingkat kemampuan yang dicirikan dari harapan jumlah keturunan. Adanya *evolutionary stable strategy* (ESS) dapat diprediksikan strategi suatu hewan tertentu pada generasi berikutnya. Beberapa permasalahan akan muncul pada penerapan tersebut, antara lain tentang permainan seleksi alam dan permainan kontes berpasangan (Webb, 2007).

Skripsi ini akan membahas mengenai *evolutionary stable strategy* (ESS) dalam permainan evolusioner pada hewan dalam mempertahankan populasinya baik itu menggunakan permainan seleksi alam ataupun permainan kontes

berpasangan. Penulis juga akan membahas mengenai hubungan antara *evolutionary stable strategy* (ESS) dengan kesetimbangan Nash dan keberadaan *evolutionary stable strategy* (ESS).

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah diuraikan, maka permasalahan yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah:

1. Bagaimana konsep dasar *evolutionary stable strategy* (ESS) dalam permainan evolusioner?
2. Bagaimana keterkaitan antara *evolutionary stable strategy* (ESS) dengan kesetimbangan Nash?
3. Bagaimana keberadaan *evolutionary stable strategy* (ESS) dalam permainan evolusioner pada populasi hewan?

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada skripsi ini yaitu penulis membatasi masalah pada teori permainan dua pemain dan permainan evolusioner difokuskan pada populasi hewan. Selain itu, metode yang digunakan untuk mencari *payoff* pada strategi campuran adalah metode aljabar. Penulis juga hanya membahas permainan kontes berpasangan asimetris dengan dua peran dan dua strategi yang sama pada masing-masing peran.

#### 1.4 Tujuan Penulisan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui konsep dasar *evolutionary stable strategy* (ESS) dalam permainan evolusioner.
2. Mengetahui keterkaitan antara *evolutionary stable strategy* (ESS) dengan kesetimbangan Nash.
3. Mengetahui keberadaan *evolutionary stable strategy* (ESS) dalam permainan evolusioner pada populasi hewan.

#### 1.5 Manfaat Penulisan

Manfaat yang dapat diperoleh pada skripsi ini adalah sebagai berikut:

##### 1. Bagi penulis

Setelah mengetahui teori permainan evolusioner, konsep *evolutionary stable strategy* (ESS), cara menerapkan permainan seleksi alam dan permainan kontes berpasangan, keberadaan dan cara menentukan ESS, serta dapat menghitung permainan kontes berpasangan asimetris, maka diharapkan dapat menambah pengetahuan baru tentang salah satu kajian dalam teori permainan yaitu *evolutionary stable strategy* (ESS) dalam permainan evolusioner.

##### 2. Bagi pihak lain

Penulisan ini diharapkan dapat dijadikan sebagai sumbang saran bagi ilmu pengetahuan terutama mengenai permainan evolusioner, serta dapat menjadi salah satu bahan referensi dan informasi bagi pihak yang berkepentingan.

## 1.6 Tinjauan Pustaka

Referensi utama dalam penulisan skripsi ini adalah buku yang ditulis oleh James N. Webb (2007) yang berjudul *Game Theory Decisions, Interaction and Evolution*. Pada skripsi ini mengacu pada *Part III: Evolution* yang di dalamnya terdapat pembahasan mengenai *Population Games*.

Referensi lain yang penulis gunakan sebagai materi pendukung adalah buku yang ditulis oleh L. C. Thomas (1984) yang berjudul *Games Theory and Applications*, dan Graham Romp (1997) yang berjudul *Game Theory Introduction and Applications*.

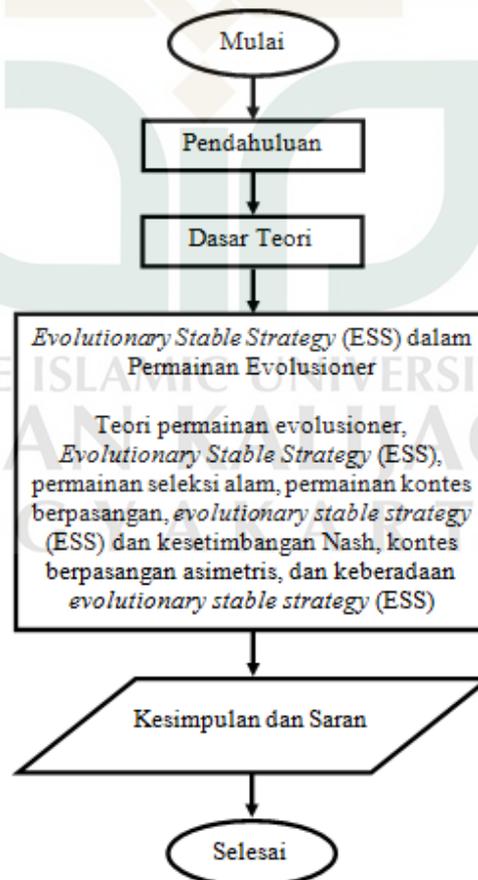
Selain itu, terdapat pula penelitian yang relevan dengan penelitian yang penulis lakukan yaitu penelitian Maratus Khasanah (2014) yang berjudul “*Evolutionary Stable Strategy* dalam Permainan Evolusioner pada Perilaku Hewan”, dimana penelitian tersebut membahas mengenai permainan evolusioner dengan mendefinisikan *evolutionary stable strategy* dan penerapannya pada perilaku hewan.

## 1.7 Metode Penelitian

Metode yang penulis gunakan pada tugas akhir ini adalah metode studi literatur, yaitu pengumpulan data yang diperoleh dengan cara menjabarkan materi-materi atau informasi pengetahuan yang bersumber dari buku-buku, jurnal, dan artikel. Pada skripsi ini, metode studi literatur dilakukan dengan mempelajari beberapa referensi yang membahas mengenai masalah permainan evolusioner yang lebih difokuskan pada perilaku hewan dalam mempertahankan jumlah populasinya.

Penelitian tentang permainan evolusioner ini dimulai dengan mempelajari konsep-konsep dasar teori permainan dan bagian-bagiannya sebagai solusi untuk memahami pencarian strategi dan *payoff* dan kemudian digunakan untuk membahas permainan evolusioner. Kemudian pembahasan dalam penelitian ini adalah mengetahui teori permainan evolusioner yang difokuskan pada *evolutionary stable strategy* (ESS). Pada penelitian ini akan dijelaskan secara rinci tentang keberadaan *evolutionary stable strategy* (ESS) pada permainan seleksi alam dan permainan kontes berpasangan. Selain itu, dijelaskan mengenai perbedaan antara *evolutionary stable strategy* (ESS) dengan kesetimbangan Nash.

Berikut diberikan *flowchart* dari penelitian ini.



**Gambar 1.1** *Flowchart* Penelitian

## 1.8 Sistematika penulisan

Sistematika penulisan ini disusun untuk memberikan gambaran secara menyeluruh dan mempermudah untuk memahami penelitian ini. Penyusunan tugas akhir ini dibagi menjadi empat bab, berikut ini dijelaskan secara umum sistematika penulisannya:

### BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, manfaat penulisan, tinjauan pustaka, dan sistematika penulisan skripsi.

### BAB II: LANDASAN TEORI

Bab ini membahas mengenai teori-teori dasar yang dibutuhkan untuk mendukung bab pembahasan. Subbab pada landasan teori membahas mengenai matriks dan operasi matriks, ruang vektor, teori peluang, notasi jumlah dan sigma, teori permainan, dan kesetimbangan Nash.

### BAB III: *EVOLUTIONARY STABLE STRATEGY* (ESS) DALAM PERMAINAN EVOLUSIONER

Bab ini membahas mengenai permainan evolusioner dalam suatu lingkungan khususnya pada perilaku hewan. Di dalamnya terdapat subbab tentang teori permainan evolusioner, *evolutionary stable strategy* (ESS), permainan seleksi alam, permainan kontes berpasangan, hubungan antara *evolutionary stable strategy* (ESS) dengan kesetimbangan Nash, kontes berpasangan asimetris, dan keberadaan *evolutionary stable strategy* (ESS).

#### BAB IV: PENUTUP

Bab ini membahas mengenai kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan materi yang telah dibahas pada bab sebelumnya dan saran yang diberikan penulis untuk peneliti selanjutnya.



## **BAB IV**

### **PENUTUP**

#### **4.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil penulis setelah menyelesaikan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Adanya konsep *evolutionary stable strategy* (ESS) memberikan gambaran baru mengenai hasil *payoff* dari strategi masing-masing pemain pada setiap konflik yang menandakan strategi tersebut berada dalam keadaan yang stabil.
2. Suatu strategi disebut *evolutionary stable strategy* (ESS) jika *payoff* dari strategi optimum pada profil populasi tertentu lebih besar daripada *payoff* dari strategi lain pada profil populasi tertentu.
3. ESS adalah sebuah bentuk penyempurnaan dari kesetimbangan Nash.
4. Tidak semua permainan dua pemain memiliki ESS, tetapi pada permainan kontes berpasangan terhadap pemain dua pemain selalu memiliki ESS.

## 4.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah penulis lakukan, saran-saran yang dapat penulis sampaikan adalah:

1. Metode dalam mencari *payoff* pada strategi campuran hanya menggunakan metode aljabar dan metode program linear. Oleh karena itu, dapat ditambahkan pada penelitian selanjutnya mengenai kasus permainan evolusioner dengan metode grafik.
2. Dalam penelitian ini tidak dilakukan studi kasus di lapangan, sehingga pada penelitian selanjutnya diharapkan untuk melakukan studi lapangan agar kasus dapat dipecahkan secara lebih spesifik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anton, Howard dan Rorres, Chris. 2004. *Aljabar Linear Elementer*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Apaloo, Joe dkk. 2014. *ESS Versus Nash: Solving Evolutionary Games*. *Evolutionary Ecology Research*, **16**: 293-314.
- Caines, Peter E. 2014. *Mean Field Games*. London: Springer-Verlag.
- Harini, Sri. 2010. *Teori Peluang*. Malang: UIN-Maliki Press.
- Hillier, Frederick S. dan Gerald J. Lieberman. 2010. *Introduction to Operation Research*. New York : McGraw-Hill.
- Khasanah, Maratus. 2014. *Evolutionary Stable Strategy dalam Permainan Evolusioner pada Perilaku Hewan*. (Skripsi), Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Kurdhi, Nugthoh Arfawi. 2015. *Probabilistic Operation Research*. Department of Mathematics, Sebelas Maret University.
- Mintchell, Kevin dan James Ryan. 2002. *Game Theory Models of Animal Behavior*. America: COMAP.
- Qudratullah, Moh. Farhan dan Sri Utami Zuliana. 2008. *Metode Statistika*. Yogyakarta: Bidang Akademik UIN Sunan Kalijaga.
- Peters, Hans. 2008. *Game Theory A-Multi-Leveled Approach*. Jerman: Springer-Verlag.

Romp, Graham. 1997. *Game Theory Introduction and Applications*. New York: Oxford University.

Smith, J. Maynard. 1974. *The Theory of Games and Evolution of Animal Conflicts*. *Theoretical Biology*. **47**: 209-221.

Thomas, L.C. 1984. *Games Theory and Application*. New York: Dover Publications.

Webb, James N.. 2007. *Game Theory Decisions, Interaction and Evolution*. London: Springer.

## CURRICULUM VITAE

### A. Biodata Pribadi

Nama Lengkap : Anis Wahidatul Azizah

Jenis Kelamin : Perempuan

Tempat, Tanggal lahir : Kebumen, 17 Desember 1997

Alamat Asal : Jemur Wanasepuh RT 01 RW 01, Pejagoan,  
Kebumen, Jawa Tengah

Alamat Tinggal : Jalan Wuluh No. 11, Papringan, Caturtunggal,  
Depok, Sleman

E-mail : [aniswa81@gmail.com](mailto:aniswa81@gmail.com)

No. HP : 087837729373



### B. Latar Belakang Pendidikan Formal

Jenjang	Nama Sekolah	Tahun
TK	TK Pertiwi Kedawung Pejagoan Kebumen	2002-2003
MI	MI Roudlotush Sholihin Jemur	2003-2009
MTs	MTs Negeri Kebumen 1	2009-2012
SMA	SMA Negeri 1 Kebumen	2012-2015
S1	UIN Sunan Kalijaga	2015-2019