

**ANALISIS MODEL MATEMATIKA PENGARUH
FELINE IMMUNODEFICIENCY VIRUS PADA
SISTEM IMUN KUCING**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar
Sarjana Sains*



Oleh:

FANESA LARASATI

NIM. 17030094

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

2022

PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : Analisis Model Matematika Pengaruh Feline Immunodeficiency Virus pada Sistem Imun Kucing
Nama : Fanesa Larasati
NIM : 17030094
Program Studi : Matematika
Jurusan : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 14 September 2022

Disetujui oleh,

Pembimbing



Dra. Dewi Murni, M.Si
NIP. 19670828 199203 2 002

HALAMAN PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Fanesa Larasati
NIM / TM : 17030094/2017
Program Studi : Matematika
Jurusan : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

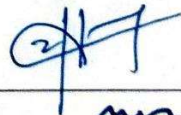
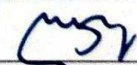

Dengan Judul Skripsi

Analisis Model Matematika Pengaruh Feline Immunodeficiency Virus pada Sistem Imun Kucing

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

Padang, 14 September 2022

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Dra. Dewi Murni, M.Si	
Anggota	: Muhammad Subhan, S.Si, M.Si	
Anggota	: Dra. Hj. Helma, M.Si	

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT


Saya yang bertanda tangan di bawah ini:


Nama : Fanesa Larasati
NIM : 17030094
Program Studi : Matematika
Jurusan : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan, bahwa skripsi saya dengan judul **“Analisis Model Matematika Pengaruh Feline Immunodeficiency Virus pada Sistem Imun Kucing”** adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam tradisi keilmuan. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, 1 November 2022


Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Matematika,


Dra. Media Rosha, M.Si
NIP. 19620815 198703 2 004

Saya yang menyatakan,



Fanesa Larasati
NIM. 17030094

**Analisis Model Matematika Pengaruh Feline Immunodeficiency Virus pada
Sistem Imun Kucing
Fanesa Larasati**

ABSTRAK

Feline Immunodeficiency Virus (FIV) merupakan penyakit yang menyerang kucing dan dikenali sebagai virus yang menyebabkan AIDS-like atau hilangnya kekebalan tubuh pada kucing. FIV menyerang sel-T limfosit, paling banyak terjadi pada CD4 dan sedikit di CD8, limfosit B, dan makrofage. Mekanisme suatu individu terinfeksi FIV ditandai dengan masuknya virus FIV ke dalam tubuh kucing, kemudian terjadi interaksi antara sel reseptor virus FIV dengan sel imun. Virus FIV memanfaatkan sel imun sebagai reseptor untuk perlekatan awal, kemudian akan membentuk DNA yang masuk ke dalam inti sel dan berinteraksi dengan DNA sel imun sehingga ikut bereplikasi setiap terjadi proliferasi sel. Hasil dari replikasi DNA ini membentuk virus baru yang akan terus berkembang biak di dalam membran sel.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bentuk model matematika yang mengkaji bagaimana dinamika gerak dari virus FIV dan pengaruhnya pada sistem imun kucing. Adapun langkah-langkah membangun sebuah model matematika dimulai dengan tahap mengidentifikasi masalah dengan menentukan faktor-faktor yang dianggap relevan dengan permasalahan, meliputi menentukan asumsi-asumsi dan identifikasi variabel, parameter, serta membentuk hubungan antar variabel dan parameter tersebut. Selanjutnya dilakukan analisis pada model matematika dan menginterpretasi hasil dari analisis model tersebut.

Berdasarkan analisis model didapat titik tetap T_0 dan titik tetap T_1 penyakit FIV pada sel imun, dimana pada titik tersebut dapat diketahui karakteristik virus. Hasil uji kestabilan titik tetap menggunakan kriteria nilai eigen dan Routh Hurwitz. Dari perhitungan yang sudah dilakukan diketahui bahwa jumlah sel imun secara perlahan mengalami penurunan disebabkan oleh tingkat replikasi virus yang FIV pada sel imun yang sudah terinfeksi dan mengalami gangguan kekebalan.

Kata Kunci: Model Matematika, Feline Immunodeficiency Virus, Sistem Imun

Analysis of Mathematical Model the Effect of Feline Immunodeficiency Virus on the Cat's Immune System

Fanesa Larasati

ABSTRACT

Feline Immunodeficiency Virus (FIV) is a disease that attacks cats and is recognized as a virus that causes AIDS-like or immune loss in cats. FIV attacks T-lymphocytes, mostly on CD4 and less on CD8, B lymphocytes, and macrophages. The mechanism of an individual infected with FIV is characterized by the entry of the FIV virus into the cat's body, then an interaction occurs between FIV virus receptor cells and immune cells. FIV virus utilizes immune cells as receptors for initial attachment, then will form DNA that enters the cell nucleus and interacts with immune cell DNA so that it participates in replication whenever cell proliferation occurs. The results of this DNA replication form a new virus that will continue to multiply in the cell membrane.

This study aims to determine the form of a mathematical model that examines the dynamics of the motion of the FIV virus and its effect on the cat's immune system. The steps to build a mathematical model begin with the stage of identifying the problem by determining the factors that are considered relevant to the problem, including determining assumptions and identifying variables, parameters, and forming relationships between these variables and parameters. Furthermore, an analysis of the mathematical model is carried out and interprets the results of the analysis of the model.

Based on the analysis of the model, it was found the fixed point T_0 and the fixed point T_1 of FIV disease in immune cells, where at that point the characteristics of the virus could be known. The results of the fixed point stability test use the eigenvalue and Routh Hurwitz criteria. From the calculations that have been carried out, it is known that the number of immune cells is slowly decreasing due to the level of FIV virus replication in immune cells that are already infected and have immune disorders.

Keywords: Mathematical Model, Feline Immunodeficiency Virus, Immune System

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah rabbil ‘alamin segala puji penulis ucapkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunianya, serta kesempatan dan kemudahan sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Model Matematika Pengaruh Feline Immunodeficiency Virus pada Sistem Imun Kucing”. Shalawat beriring salam penulis sampaikan kepada Rasulullah, Nabi Muhammad SAW sebagai suri tauladan bagi umat manusia.

Skripsi ini disusun guna memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) pada Program Studi Matematika Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Padang. Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan berupa dorongan semangat, nasihat, bimbingan, dan kerja sama dari berbagai pihak, oleh sebab itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dra. Dewi Murni, M.Si, Pembimbing dan Penasehat Akademik.
2. Bapak Muhammad Subhan, M.Si dan Ibu Dra. Hj. Helma, M.Si selaku Dosen Penguji.
3. Ibu Dra. Media Rosha, M.Si, Ketua Program Studi Matematika sekaligus Ketua Jurusan Matematika FMIPA UNP.
4. Bapak dan Ibu Dosen, Staf Pengajar, dan Karyawan Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang

5. Semua pihak yang turut membantu selama proses penyelesaian skripsi ini yang tidak disebutkan satu persatu.

Semoga semua bimbingan, bantuan, dan doa yang diberikan menjadi amal yang diridhoi Allah SWT. Penulis menyadari bahwa Skripsi ini jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, peneliti mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca untuk kesempurnaan penulisan di masa mendatang. Akhir kata peneliti berharap semoga Skripsi ini dapat memberikan manfaat dan sumbangan pemikiran bagi peneliti dan pembaca umumnya.

Padang, Juni 2022

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Pertanyaan Penelitian	5
D. Tujuan Penelitian	5
E. Metode Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian	6
BAB II KAJIAN TEORI	8
A. Feline Immunodefisiensi Virus	8
B. Sistem Imun	11
C. Pemodelan Matematika.....	14
D. Teori Differensial	16
BAB III PEMBAHASAN	27
A. Pembentukan Model Matematika Pengaruh <i>Feline Immunodeficiency Virus</i> pada Sistem Imun Kucing	27
B. Analisis Kestabilan Model Matematika Pengaruh <i>Feline Immunodeficiency</i> <i>Virus</i> pada Sistem Imun Kucing.....	31

C. Interpretasi Model Matematika	43
BAB IV PENUTUP	44
A. Kesimpulan	44
B. Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	47

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Routh-Hurwitz	25
2. Nilai parameter untuk titik T_0 pengaruh FIV pada sel imun kucing	38
3. Nilai parameter untuk titik tetap T_1 pengaruh FIV pada sel imun kucing	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Fotomikrograf transmisi elektron FIV-PPR yang tumbuh di dalam sel toid T-limfoblass (Sel Elf).....	9
2. Diagram kompartemen model pengaruh FIV pada sel imun kucing	29
3. Trayektori di sekitar titik tetap T_0 dari pengaruh penyakit FIV pada sistem imun kucing	39
4. Trayektori di sekitar titik tetap T_1 dari pengaruh penyakit FIV pada sistem imun kucing	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Program Maple Menentukan Titik Tetap Model	47
2. Program Maple Simulasi Menentukan Titik Tetap T0	48
3. Program Maple Simulasi Menentukan Titik Tetap T1	50

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kucing merupakan salah satu hewan yang populer di kalangan masyarakat. Hewan lucu dan menggemaskan ini menjadi hiburan bagi banyak orang karena bisa diajak bermain, bercanda, bahkan bercerita. Oleh karena itu, kucing termasuk hewan yang dipilih sebagian besar orang sebagai sahabat di rumah. Berdasarkan data Euromonitor 2021, populasi peliharaan kucing di Indonesia meningkat dari tahun 2017 ke 2021 sebesar 129 persen (PT Uni-Charm Indonesia Tbk) dan melalui survey online oleh Rakuten Insight tahun 2018 yang melibatkan 97 ribu responden menyatakan Indonesia sebagai peringkat pertama yang menjadikan kucing sebagai hewan peliharaan se-Asia.

Memelihara kucing sudah menjadi bagian gaya hidup kosmopolitan yang serba praktis. Dengan kelebihan kucing yang tidak berisik, pakan sedikit, dan tidak repot menjadi alternatif hewan peliharaan yang mudah digendong dan diajak jalan-jalan. Namun hal itu tidak diimbangi dengan pengetahuan terkait manajemen dan pola pemeliharaan yang tepat. Kucing diyakini sebagai hewan yang memiliki *antibody* yang baik, sehingga mampu memulihkan kondisi tubuh apabila mengalami sakit tertentu. Jika sakit yang dialami berat, perlu dilakukan bantuan untuk menyembuhkan sakit tersebut (Efendi & N. S, 2014). Akan tetapi, untuk melakukan pertolongan pertama masyarakat sering mengalami masalah dikarenakan tidak mengerti sakit yang diderita, penyebab, dan solusi apa yang harus diberikan untuk melakukan pengobatan. Sehingga menyebabkan sakit yang lebih parah pada kucing bahkan hingga kematian.

Pada umumnya jika kucing yang dipelihara sakit akan langsung dibawa ke dokter hewan untuk ditangani. Namun ada jenis penyakit kucing berupa infeksi virus, bakteri, jamur atau parasit lain yang menempel lama pada tubuh kucing tanpa gejala berarti di awal infeksi. Salah satu penyakit tersebut termasuk ke dalam kelompok Lentivirus, yaitu virus yang menginfeksi secara perlahan sehingga individu dapat terlihat sehat selama bertahun-tahun. Secara spesifik dikenal dengan Feline Immunodeficiency Virus (FIV) merupakan penyakit yang menyerang kucing dan dikenali sebagai virus yang menyebabkan AIDS-like atau hilangnya kekebalan tubuh pada kucing. Virus ini menunjukkan tanda-tanda serupa dengan orang yang memiliki sindrom imunodefisiensi (AIDS) yang disebabkan oleh infeksi *Human Immunodeficiency Virus* (HIV) yang menyerang sistem kekebalan tubuh manusia. Meskipun HIV dan FIV sangat mirip dan berasal *subfamily* yang sama, FIV tidak termasuk zoonosis, yang berarti bahwa FIV hanya menginfeksi kucing dan HIV hanya menginfeksi manusia. Dengan demikian tidak ada risiko infeksi bagi orang yang kontak dengan kucing positif FIV, begitupun sebaliknya (International Cat Care, 2018).

FIV menyerang imunitas tubuh kucing. Imunitas merupakan keadaan kebal (imun) terhadap suatu infeksi atau efek pathologic suatu substansi. Imunitas (kekebalan) tubuh itu juga merupakan daya ketahanan tubuh terhadap segala sesuatu yang asing bagi tubuh. FIV menginfeksi sel-sel sistem kekebalan (sel imun, terutama sel T CD4+ dan sedikit di CD8+, limfosit B dan makrofage). Virus dapat membunuh atau merusak sel yang diinfeksi atau mengganggu fungsi normalnya. Pada akhirnya dapat menyebabkan penurunan fungsi kekebalan kucing secara bertahap. Setelah FIV masuk ke dalam tubuh kucing, dalam beberapa

minggu pertama virus bereplikasi dan hanya menyebabkan tanda-tanda penyakit ringan seperti demam dan pembengkakan kelenjar getah bening. Respon imun akan berkembang namun tidak menghilangkan virus, tetapi menekan replikasi virus pada tingkat yang relatif rendah. Setelah beberapa waktu, pada beberapa kucing yang terinfeksi, replikasi virus meningkat lagi, dan biasanya pada fase ini kucing mengembangkan tanda-tanda penyakit.

Keberadaan FIV sulit diidentifikasi, sehingga informasi mengenai penyakit ini sangat minim dijumpai. Kucing yang terjangkit FIV dapat membawa virus selama sisa hidupnya tanpa gejala spesifik. Dengan begitu, pemelihara kucing (*pet parents*) yang tidak mengerti tidak akan menyadari ada virus FIV yang terus berkembang di dalam tubuh sehingga kucing akan mengalami tingkat kematian lebih cepat tanpa sempat melakukan pengecekan labor. Namun untuk menunjukkan bahwa FIV ada di tengah populasi kucing, dilakukan penelitian oleh Suhendro, dkk (2021) menemukan sebanyak 11 kucing terkonfirmasi positif FIV dengan rapid test FIV/FeLV di Klinik Hewan Pontianak. Ini berarti jika semua kucing dilakukan pengecekan, besar peluang FIV ditemukan pada populasi kucing domestik yang mengalami gejala umum seperti demam, flu, penurunan berat badan, ruam kulit, dll.

Apabila kucing yang mengidap FIV memiliki penyakit bawaan, maka terjadi infeksi sekunder yang membuat kondisinya menurun drastis. Jika sudah dalam fase ini, biasanya para dokter hewan menyarankan untuk melakukan euthanasia kucing. Untuk melihat bagaimana rangkaian virus FIV di dalam tubuh kucing, perlu diketahui sistem imunitas pada kucing dan bagaimana perjuangan sel imun di dalam tubuh untuk menekan penyebaran dan pertumbuhan virus baru.

Untuk mengantisipasi masalah tersebut, salah satu cara yang digunakan adalah menggunakan peran model matematika. Menurut Ledder (2005) model matematika adalah model yang menggambarkan suatu permasalahan dalam persamaan matematika. Pandangan umum juga mengatakan bahwa pemodelan matematika adalah usaha menggunakan matematika untuk menggali dan menelaah topik-topik di luar matematika.

Penggunaan model matematika telah banyak membantu menyelesaikan masalah-masalah di berbagai bidang. Karenanya, diharapkan didapat solusi akhir yang tepat, valid, dan diterima secara ilmiah oleh dunia ilmu pengetahuan. Bahasan mengenai model matematika yang sering dijumpai adalah model matematika terkait penyebaran suatu penyakit yang termasuk ke dalam bagian matematika biologi.

Dalam penelitian ini dibangun model matematika yang mengkaji bagaimana dinamika dari virus FIV sehingga bisa bertahan dalam jangka waktu tahunan di dalam sistem imun kucing. Oleh sebab itu, untuk melihat bagaimana virus FIV bisa menginfeksi sel tubuh kucing dan untuk memahami mekanisme sistem imun dan dinamika gerak dari virus tersebut, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul “Analisis Model Matematika Pengaruh *Feline Immunodeficiency Virus* pada Sistem Imun Kucing”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah untuk penelitian ini adalah “Bagaimana model matematika pengaruh penyakit *Feline Immunodeficiency Virus* pada sistem imun kucing?”

C. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka pertanyaan penelitian dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apa model matematika pengaruh penyakit *Feline Immunodeficiency Virus* pada sistem imun kucing?
2. Bagaimana analisis kestabilan model matematika pengaruh penyakit *Feline Immunodeficiency Virus* pada sistem imun kucing?
3. Bagaimana interpretasi dari hasil analisis kestabilan model matematika pengaruh penyakit *Feline Immunodeficiency Virus* pada sistem imun kucing?

D. Tujuan Penelitian

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

1. Membentuk model matematika pengaruh penyakit *Feline Immunodeficiency Virus* pada sistem imun kucing
2. Menganalisis kestabilan model matematika pengaruh penyakit *Feline Immunodeficiency Virus* pada sistem imun kucing
3. Menginterpretasi analisis pemodelan matematika pengaruh penyakit *Feline Immunodeficiency Virus* pada sistem imun kucing

E. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian dasar atau teoritis. Metode yang digunakan adalah metode deskriptif yaitu menganalisis teori-teori yang relevan dengan permasalahan yang dibahas dan berlandaskan pada studi kepustakaan. Penelitian ini dilakukan dengan cara mendalami, mencermati, menelaah, dan

mengidentifikasi pengetahuan yang ada di dalam perpustakaan, yakni sumber bacaan, buku-buku referensi, dan hasil penelitian lain.

Langkah-langkah yang dilakukan untuk penelitian ini antara lain:

1. Mengidentifikasi masalah pengaruh penyakit *Feline Immunodeficiency Virus* pada sistem imun kucing
2. Mengumpulkan teori-teori yang relevan terkait masalah pengaruh penyakit *Feline Immunodeficiency Virus* pada sistem imun kucing
3. Membuat asumsi-asumsi, variabel, dan parameter yang dapat membantu dalam membentuk dan menganalisis model matematika
4. Membentuk model matematika pengaruh penyakit *Feline Immunodeficiency Virus* pada sistem imun kucing
5. Menganalisis model matematika pengaruh penyakit *Feline Immunodeficiency Virus* pada sistem imun kucing yang diperoleh dengan menentukan titik tetap dan titik kestabilan dari titik tetap model
6. Menginterpretasi hasil analisis model matematika yang telah diperoleh
7. Menarik kesimpulan

F. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, diantaranya:

1. Menambah pengetahuan, wawasan, dan pemahaman tentang bagaimana bentuk model matematika pengaruh penyakit *Feline Immunodeficiency Virus* pada sistem imun kucing
2. Sebagai masukan bagi instansi terkait tentang penanganan pengaruh penyakit *Feline Immunodeficiency Virus* pada sistem imun kucing

3. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat dijadikan rujukan dan bahan masukan bagi peneliti selanjutnya dalam mengembangkan dan memperluas cakupan penelitian.