

MODEL MATEMATIKA PENYEBARAN PENYAKIT AVIAN INFLUENZA

SILMI KAAFFAH



PROGRAM STUDI MATEMATIKA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Model Matematika Penyebaran Penyakit Avian Influenza” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Desember 2025

Silmi Kaaffah
G54180019



ABSTRAK

SILMI KAAFFAH. Model Matematika Penyebaran Penyakit Avian Influenza. Dibimbing oleh PAIAN SIANTURI dan ALI KUSNANTO.

Penyakit Avian Influenza adalah penyakit menular akut pada unggas yang dapat menular ke manusia (*zoonosis*) yang disebabkan oleh virus *Influenza* tipe A famili *Orthomyxoviridae*. Penelitian ini menganalisis dinamika penyebaran penyakit Avian Influenza menggunakan model matematika SIRS-SI. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan titik tetap bebas penyakit dan endemik, menganalisis sifat kestabilan titik tetap dan menghitung nilai bilangan reproduksi dasar ($\mathcal{R}_0$) serta melakukan simulasi numerik pada model. Hasil analisis menunjukkan bahwa saat nilai $\mathcal{R}_0 < 1$ menunjukkan kondisi penyakit akan hilang dan saat $\mathcal{R}_0 > 1$ menunjukkan kondisi endemik. Analisis sensitivitas menunjukan parameter yang memiliki pengaruh paling signifikan terhadap $\mathcal{R}_0$ adalah parameter β_v (tingkat kontak efektif antar unggas), dan μ_v (laju kematian unggas). Hasil simulasi numerik menunjukkan bahawa penurunan nilai μ_v dan peningkatan nilai β_v , secara signifikan mengurangi nilai $\mathcal{R}_0$, dan mengurangi jumlah kasus infeksi.

Kata kunci: Avian Influenza, analisis sensitivitas, bilangan reproduksi dasar, simulasi numerik.

ABSTRACT

SILMI KAAFFAH. Spread of Avian Influenza Disease Mathematical Model. Supervised by PAIAN SIANTURI and ALI KUSNANTO.

Avian Influenza is an acute infectious disease in poultry that can be transmitted to humans (*zoonosis*) caused by the *Influenza virus type A* of the *Orthomyxoviridae* family. This study analyze the dynamics of the spread of Avian Influenza using the SIRS-SI mathematical model. This study aims to determine disease-free and endemic fixed points, analyze the stability of fixed points and calculate the basic reproduction number value ($\mathcal{R}_0$) and perform numerical simulations on the model. The results of the analysis shows that $\mathcal{R}_0 < 1$ indicates the disease will disappear and $\mathcal{R}_0 > 1$ indicates endemic conditions. Sensitivity analysis shows that the parameters that have the most significant influence on $\mathcal{R}_0$ are the β_v parameter (effective contact rate between birds), and μ_v (mortality rates in birds). The results of the numerical simulation show that a decrease in the μ_v value and an increase in the β_v value significantly reduce the $\mathcal{R}_0$ value, and reduce the number of infection cases.

Keywords: Avian Influenza, sensitivity analysis, basic reproduction number, numerical simulation.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

MODEL MATEMATIKA PENYEBARAN PENYAKIT AVIAN INFLUENZA

SILMI KAAFFAH

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Matematika pada
Program Studi Matematika

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:
Mohamad Khoirun Najib S.Si., M.Mat.



Judul Skripsi : Model Matematika Penyebaran Penyakit Avian Influenza
Nama : Silmi Kaaffah
NIM : G54180019

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Drs. Paian Sianturi

Pembimbing 2:

Drs. Ali Kusnanto, M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. Donny C. Lesmana, S.Si. M.Fin.Math.

NIP 197902272005011001

Tanggal Ujian:
08 Desember 2025

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan September 2024 sampai bulan Desember 2025 ini ialah pemodelan matematika, dengan judul “Model Matematika Penyebaran Penyakit Avian Influenza”.

Penulisan karya ilmiah ini melibatkan berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ismet dan Ibu Kosiah selaku orang tua saya, serta Aditya Abdan Qurnaini selaku kakak saya yang selalu memberikan dukungan, semangat dan doa,
2. Dr. Drs. Paian Sianturi selaku pembimbing pertama dan Drs. Ali Kusnanto, M.Si. selaku pembimbing kedua dan pembimbing akademik atas segala ilmu, bimbingan, motivasi, kritik maupun saran sehingga karya ilmiah ini dapat terselesaikan dengan baik,
3. Bapak Mohamad Khoirun Najib S.Si., M.Mat. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dalam penyusunan skripsi,
4. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan Program Studi Matematika IPB atas semua ilmu, bimbingan, dan bantuan yang telah diberikan selama menempuh pendidikan di IPB,
5. Arissa Nur Rahmadini, dan Shofar At Thoyibi selaku teman satu bimbingan penulis yang telah memberi motivasi, dukungan dan semangat selama penyusunan tugas akhir ini,
6. Teman-teman Program Studi Matematika yang telah menemani, kebersamai dan memberi dukungan selama perkuliahan,
7. Agni, Hayadni, Nabila, Pascale, Putri, dan Talitha yang telah memberi motivasi, dukungan, dan doa selama ini,
8. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang telah membantu selama penyusunan tugas akhir ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Desember 2025

Silmi Kaaffah



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Sistem Persamaan Diferensial	3
2.2 Titik Tetap dan Pelinearan	3
2.3 Nilai Eigen dan Vektor Eigen	3
2.4 Kestabilan Titik Tetap	4
2.5 Bilangan Reproduksi Dasar	4
2.6 Kriteria Routh-Hurwitz	5
2.7 Analisis Sensitivitas	5
III METODE PENELITIAN	7
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	8
4.1 Perumusan Model	8
4.2 Penentuan Titik Tetap	10
4.3 Penentuan Bilangan Reproduksi Dasar	11
4.4 Analisis Kestabilan Titik Tetap	11
4.5 Simulasi Numerik	13
V SIMPULAN DAN SARAN	20
5.1 Simpulan	20
5.2 Saran	20
DAFTAR PUSTAKA	21
LAMPIRAN	23
RIWAYAT HIDUP	37



DAFTAR TABEL

1	Parameter pada model penyebaran penyakit Avian Influenza	9
2	Nilai parameter yang digunakan	14
3	Nilai indeks sensitivitas	15
4	Pengaruh perubahan nilai β_v terhadap R_0	15
5	Pengaruh perubahan nilai μ_v terhadap R_0	17
6	Pengaruh perubahan nilai β terhadap R_0	18

DAFTAR GAMBAR

1	Diagram kompartemen penyebaran penyakit Avian Influenza (diadaptasi dari Derouich dan Boutayeb (2008))	8
2	Dinamika subpopulasi manusia rentan dengan perubahan nilai β_v	16
3	Dinamika subpopulasi manusia terinfeksi dengan perubahan nilai β_v	16
4	Dinamika subpopulasi manusia rentan dengan perubahan nilai μ_v	17
5	Dinamika subpopulasi manusia terinfeksi dengan perubahan nilai μ_v	18
6	Dinamika subpopulasi manusia rentan dengan perubahan nilai β	19
7	Dinamika subpopulasi manusia terinfeksi dengan perubahan nilai β	19

DAFTAR LAMPIRAN

1	Penentuan titik tetap	24
2	Penentuan bilangan reproduksi dasar	25
3	Sifat kestabilan titik tetap endemik	27
4	Nilai indeks sensitivitas	30
5	Simulasi numerik dengan parameter β_v	31
6	Simulasi numerik dengan parameter μ_v	33
7	Simulasi numerik dengan parameter β	35