



PENGARUH VAKSINASI BAYI PADA DINAMIKA PENYEBARAN HEPATITIS B

DENA MILAH ATHKIA



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



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pengaruh Vaksinasi Bayi pada Dinamika Penyebaran Penyakit Hepatitis B” 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 laporan akhir ini.

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

Bogor, Juli 2025

Dena Milah Athkia
G5401211014

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 mengurangi kepentingan yang wajar IPB University.



ABSTRAK

DENA MILAH ATHKIA. Pengaruh Vaksinasi Bayi pada Dinamika Penyebaran Penyakit Hepatitis B. Dibimbing oleh PAIAN SIANTURI dan ALI KUSNANTO.

Hepatitis B adalah infeksi virus HBV yang menyerang hati manusia dan dapat menyebabkan penyakit akut dan kronis. Pada penelitian ini dikaji model penyebaran penyakit hepatitis B dengan merekonstruksi model, menentukan titik tetap, menganalisis kestabilannya, serta menentukan bilangan reproduksi dasar. Selanjutnya dilakukan simulasi numerik untuk melihat dinamika penyebaran penyakit Hepatitis B. Hasil analisis diperoleh dua titik tetap, yaitu titik tetap bebas penyakit dan titik tetap endemik. Analisis kestabilan titik tetap ditentukan dengan kriteria Routh-Hurwitz. Bilangan reproduksi dasar diperoleh dengan matriks *next generation*. Hasil simulasi menunjukkan bahwa perlunya meningkatkan cakupan vaksinasi, meminimalkan kontak transmisi penyebaran penyakit hepatitis B, serta meningkatkan laju kesembuhan individu terinfeksi memiliki peranan penting dalam menurunkan jumlah individu terinfeksi pada populasi.

Kata kunci: analisis kestabilan, bilangan reproduksi dasar, hepatitis B, non-monotonik, simulasi numerik, SVEIS.

ABSTRACT

DENA MILAH ATHKIA. The Effect of Infant Vaccination on Hepatitis B Disease Transmission Dynamics. Dibimbing oleh PAIAN SIANTURI dan ALI KUSNANTO.

Hepatitis B is an infection caused by the HBV virus that attacks the human liver and can lead to acute and chronic diseases. This study reconstructs a hepatitis B disease spread model, determines fixed points, analyzes their stability, and calculates the basic reproduction number. Numerical simulations are then conducted to explore the dynamics of hepatitis B transmission. The analysis reveals two fixed points: the disease-free equilibrium and the endemic equilibrium. The stability of these fixed points is determined using the Routh-Hurwitz criteria. The basic reproduction number is derived using the next-generation matrix method. Simulation results demonstrate that increasing vaccination coverage, minimizing transmission contact rates, and improving the recovery rate of infected individuals play critical roles in reducing the number of infected individuals in the population.

Keywords: stability analysis, basic reproduction number, hepatitis B, non-monotonic, numerical simulation, SVEIS.



©Hak cipta milik IPB University

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.

© 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.



PENGARUH VAKSINASI BAYI PADA DINAMIKA PENYEBARAN HEPATITIS B

DENA MILAH ATHKIA

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

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 mengurangi 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 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 mengurangi kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Pengaji pada ujian Skripsi: Prof. Dr. Drs. JahaRuddin, MS.



Judul Skripsi : Pengaruh Vaksinasi Bayi pada Dinamika Penyebaran Penyakit Hepatitis B
Nama : Dena Milah Athkia
NIM : G5401211014

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Drs. Paian Sianturi

Pembimbing 2:
Drs. Ali Kusnanton, M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Donny Citra Lesmana, S.Si., M.Fin.Math.
NIP 197902272005011001

Tanggal Ujian: 16 Juni 2025

Tanggal Lulus:

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 mengurangi kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



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 Agustus 2024 sampai bulan Mei 2025 ini ialah pemodelan matematika, dengan judul “Pengaruh Vaksinasi Bayi pada Dinamika Penyebaran Penyakit Hepatitis B”.

Proses penulisan skripsi ini melibatkan berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dedi Padilah, Ibu Akhsanah Mabruroh, Dean Naufal Fadilah, dan Disa Rara Paradila selaku ayah, ibu, kakak, dan adik penulis yang senantiasa selalu memberikan dukungan, doa, dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah ini,
2. Dr. Drs. Paian Sianturi dan Drs. Ali Kusnanto, M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu serta memberikan ilmu, motivasi, kritis, dan saran dalam membimbing penulis,
3. Prof. Dr. Drs. Juharuddin, MS. selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktu serta memberikan kritik dan saran dalam penyempurnaan karya ilmiah ini,
4. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan Program Studi Matematika SSMI IPB atas semua ilmu dan bantuannya selama perkuliahan dan proses penyelesaian karya ilmiah ini.
5. Siti Yudhita, Imam Nur Kholik, Vivi Salma, dan Dicky Arya Arjuna selaku teman satu bimbingan penulis yang telah memberikan dukungan, semangat selama menyelesaikan tugas akhir ini,
6. Tita, Aira, Eka dan Wira selaku teman terdekat penulis yang telah memberikan semua bantuan, motivasi, doa, canda, tawa, dan kenangan indah selama perkuliahan,
7. Syakirman Syahbudin yang senantiasa mendukung penulis dengan memberi bantuan dan motivasi selama masa perkuliahan hingga penyusunan tugas akhir,
8. Rhafy, Vera, Bani, Alfath, dan Mirza selaku teman penulis yang selalu bersedia untuk memberikan saran dan bantuan,
9. Teman-teman Gumatika FMIPA IPB, MPKMB 60, dan PAPRESI 2023 yang telah bersama-sama penulis untuk berkembang selama perkuliahan,
10. Seluruh teman Matematika angkatan 58 yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas dukungan dan doa.

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

Bogor, Juli 2025

Dena Milah Athkia



DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	x
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	4
2.4 Bilangan Reproduksi Dasar	4
2.5 Kestabilan Titik Tetap	4
2.6 Kriteria Routh-Hurwitz	5
2.7 Analisis Sensitivitas	5
III METODE	7
IV METODOLOGI PENELITIAN	8
4.1 Formulasi Model	8
4.2 Penentuan Titik Tetap Bebas Penyakit	10
4.3 Penentuan Bilangan Reproduksi Dasar	11
4.4 Penentuan Titik Tetap Endemik	12
4.5 Analisis Kestabilan Titik Tetap	12
4.6 Simulasi Numerik	16
V SIMPULAN DAN SARAN	24
5.1 Simpulan	24
5.2 Saran	24
DAFTAR PUSTAKA	25
LAMPIRAN	27
RIWAYAT HIDUP	46

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 mengurangi kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



1	Deskripsi parameter pada penyebaran penyakit hepatitis B	9
2	Nilai parameter pada sistem persamaan	17
	Nilai indeks sensitivitas	17
	Nilai \mathcal{R}_0 terhadap peningkatan nilai parameter p	18
	Nilai \mathcal{R}_0 terhadap peningkatan nilai parameter β	20
	Hasil simulasi laju kesembuhan individu terinfeksi (γ) terhadap \mathcal{R}_0	21

DAFTAR GAMBAR

1	Diagram alir penelitian	7
2	Skema pembentukan model penyebaran penyakit hepatitis B (diadopsi	8
3	Dinamika populasi individu rentan dengan variasi nilai p	18
4	Dinamika populasi individu divaksin dengan variasi nilai p	19
5	Dinamika populasi individu rentan dengan variasi nilai β	20
6	Dinamika populasi individu terpapar dengan variasi nilai β	20
7	Dinamika populasi individu rentan dengan variasi nilai γ	22
8	Dinamika populasi individu terpapar dengan variasi nilai γ	22
9	Dinamika populasi individu terinfeksi dengan variasi nilai γ	22

DAFTAR LAMPIRAN

1	Penentuan proporsi nilai awal dan angka kelahiran	28
2	Mencari titik tetap bebas penyakit dan titik endemik	30
3	Mencari bilangan reproduksi	31
4	Analisis kestabilan titik tetap bebas penyakit	33
5	Analisis kestabilan titik tetap bebas endemik	34
6	Penentuan indeks sensitivitas	35
7	Penentuan bilangan reproduksi dasar, titik tetap, dan plot dinamika populasi dengan variasi p	36
8	Penentuan bilangan reproduksi dasar, titik tetap, dan plot dinamika populasi dengan variasi β	40
9	Penentuan bilangan reproduksi dasar, titik tetap, dan plot dinamika populasi dengan variasi γ	43