

SKRIPSI

**PEMODELAN MATEMATIKA SACR PADA INFEKSI HEPATITIS C
DENGAN PENGARUH SITOKIN DAN EFEKTIVITAS TERAPI DAA**

***MATHEMATICAL MODELING OF THE SACR IN HEPATITIS C INFECTION
INCLUDING THE INFLUENCE OF CYTOKINE AND EFFECTIVENESS OF
DAA THERAPY***



Riska Nur Fauziah

24010122140134

DEPARTEMEN MATEMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2026

HALAMAN JUDUL
SKRIPSI

PEMODELAN MATEMATIKA SACR PADA INFEKSI HEPATITIS C
DENGAN PENGARUH SITOKIN DAN EFEKTIVITAS TERAPI DAA

MATHEMATICAL MODELING OF THE SACR IN HEPATITIS C INFECTION
INCLUDING THE INFLUENCE OF CYTOKINE AND EFFECTIVENESS OF
DAA THERAPY

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh derajat
Sarjana Matematika (S.Mat.)



Riska Nur Fauziah

24010122140134

DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG

2026

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**PEMODELAN MATEMATIKA SACR PADA INFEKSI HEPATITIS C
DENGAN PENGARUH SITOKIN DAN EFEKTIVITAS TERAPI DAA**

Telah dipersiapkan dan disusun oleh :

RISKA NUR FAUZIAH
24010122140134

Telah dipertahankan didepan Tim Penguji
Pada Tanggal 29 Juli 2026

Susunan Tim Penguji

Pembimbing II/ Penguji,



Handika Lintang Saputra, S.Mat, M.Mat.
NIP. 199508022024061001

Penguji,



Dr. Drs. Kartono, M.Si.
NIP. 196308251990031003

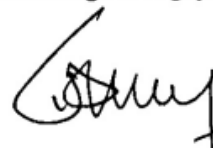
Mengetahui,

Ketua Departemen Matematika,



Dr. Sutrisno, S.Sc., M.Sc.
NIP. 198609012014041003

Pembimbing I/Penguji,



Prof. Dr. Widowati S.Si., M.Si.
NIP. 196902141994032002

KATA PENGANTAR

Segala puji dan Syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pemodelan Matematika SACR pada Infeksi Hepatitis C dengan Pengaruh Sitokin dan Efektivitas Terapi DAA” dengan baik.

Tugas akhir ini membahas pengembangan model matematika SACR (*Susceptible–Acute Infection–Chronic Carrier–Recovered*) untuk menggambarkan dinamika penyebaran infeksi Hepatitis C dalam suatu populasi. Model yang dibangun mempertimbangkan pengaruh sitokin yang direpresentasikan melalui progresi infeksi dari fase akut menuju fase kronis, serta efektivitas terapi *Direct-acting antiviral* (DAA) dalam meningkatkan kesembuhan individu yang mengalami infeksi kronis. Analisis yang dilakukan meliputi pembentukan model matematika, penentuan himpunan invarian positif, analisis titik ekuilibrium bebas penyakit dan endemik, perhitungan bilangan reproduksi dasar menggunakan metode *Next Generation Matrix*, analisis kestabilan lokal dengan matriks Jacobian dan kriteria Routh–Hurwitz, serta analisis sensitivitas parameter. Selain itu, dilakukan simulasi numerik untuk menggambarkan dinamika sistem dan memverifikasi hasil analisis yang diperoleh.

Pada penelitian analisis diawali dengan melakukan penentuan matematis untuk merumuskan bilangan reproduksi dasar yang berfungsi sebagai nilai ambang batas penyebaran virus. Berdasarkan formulasi tersebut, penulis menganalisis kestabilan titik ekuilibrium sistem menggunakan pendekatan matriks jacobian dan kriteria Routh–Hurwitz. Hasil menunjukkan bahwa jika nilai kurang dari satu, kondisi bebas penyakit tercapai karena infeksi meluruh dan akhirnya hilang dari populasi. Sebaliknya, jika nilai lebih dari satu, virus Hepatitis C tetap bertahan secara persisten dan membuat kondisi populasi berada pada keadaan endemik.

Untuk memperkuat analisis teoritis, penulis melakukan simulasi numerik dengan metode Runge-Kutta 45 untuk menggambarkan dinamika perpindahan antar-kompartemen dari waktu ke waktu. Melalui analisis sensitivitas, ditemukan bahwa peningkatan proporsi gangguan sitokin berbanding lurus dengan peningkatan risiko persistensi penyakit kronis. Sementara itu, simulasi intervensi medis membuktikan bahwa peningkatan efektivitas terapi DAA bertindak sebagai faktor kunci yang sangat dominan dalam menekan lonjakan penderita kronis dan mempercepat pemulihan populasi menuju kondisi sehat.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Matematika (S.Mat.) pada Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro. Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa terdapat berbagai kendala dan tantangan yang dihadapi. Namun, berkat bantuan, dukungan, bimbingan, dan doa dari berbagai pihak, skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Sutrisno, S.Si., M.Sc. selaku Ketua Departemen Matematika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro.
2. Ibu Prof. Dr. Widowati, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan, serta motivasi selama penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Handika Lintang Saputra, S.Mat., M.Mat., selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan saran, perhatian, dan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Dr. Drs. Kartono, M.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran, perhatian, dan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan Departemen Matematika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro atas ilmu, bantuan, dan pelayanan yang telah diberikan selama masa perkuliahan.

6. Kedua orang tua dan keluarga tercinta yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan, dan motivasi yang tiada henti.
7. Teman-teman yang telah memberikan dukungan, semangat, dan kebersamaan selama proses perkuliahan dan penyusunan skripsi.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat serta menambah wawasan dalam bidang pemodelan matematika, khususnya yang berkaitan dengan dinamika penyebaran penyakit infeksi.

Semarang, 29 Juli 2026

Riska Nur Fauziah

ABSTRAK

PEMODELAN MATEMATIKA SACR PADA INFEKSI HEPATITIS C DENGAN PENGARUH SITOKIN DAN EFEKTIVITAS TERAPI DAA

Oleh

Riska Nur Fauziah
24010122140134

Hepatitis C merupakan penyakit infeksi yang disebabkan oleh *Hepatitis C Virus* (HCV) dan dapat berkembang dari fase akut menjadi fase kronis apabila virus tidak berhasil dieliminasi oleh sistem imun. Penelitian ini bertujuan membangun dan menganalisis model matematika SACR (*Susceptible–Acute Infection–Chronic Carrier–Recovered*) pada penyebaran Hepatitis C dengan mempertimbangkan pengaruh sitokin dan efektivitas terapi *Direct-acting antiviral* (DAA). Model dibentuk dalam sistem persamaan diferensial nonlinier yang menggambarkan dinamika perpindahan individu antar kompartemen.

Analisis dilakukan melalui penentuan himpunan invarian positif, titik ekuilibrium bebas penyakit dan endemik, bilangan reproduksi dasar (R_0) menggunakan metode *Next Generation Matrix*, analisis kestabilan lokal menggunakan matriks Jacobian dan kriteria Routh–Hurwitz, serta analisis sensitivitas parameter dan simulasi numerik. Analisis sensitivitas menunjukkan bahwa parameter pengaruh sitokin meningkatkan nilai R_0 , sedangkan efektivitas terapi DAA menurunkan nilai R_0 . Hasil simulasi numerik mendukung hasil analitik yang diperoleh. Dengan demikian, peningkatan efektivitas terapi DAA dan pengendalian faktor yang mendorong progresi infeksi kronis dapat membantu menekan penyebaran Hepatitis C.

Kata kunci : Bilangan Reproduksi, Kestabilan Asimtotik, Kriteria Routh-Hurwitz, Indeks Sensitivitas.

ABSTRACT

MATHEMATICAL MODELING OF THE SACR IN HEPATITIS C INFECTION INCLUDING THE INFLUENCE OF CYTOKINE AND EFFECTIVENESS OF DAA THERAPY

By

Riska Nur Fauziah
24010122140134

Hepatitis C is an infectious disease caused by the Hepatitis C Virus (HCV) and can progress from the acute phase to the chronic phase if the virus is not successfully eliminated by the immune system. This study aims to construct and analyze the SACR (*Susceptible-Acute Infection-Chronic Carrier-Recovered*) mathematical model on the spread of Hepatitis C by considering the effect of cytokines and the effectiveness of *Direct-acting antiviral* (DAA) therapy. The model is formulated as a system of nonlinear differential equations that describe the dynamics of individual movement between compartments.

The analysis was carried out by determining the positive invariant set, disease-free and endemic equilibrium points, basic reproduction number (R_0) using the *Next Generation Matrix* method, local stability analysis using the Jacobian matrix and Routh-Hurwitz criteria, as well as parameter sensitivity analysis and numerical simulations. Sensitivity analysis shows that the cytokine effect parameter increases the value of R_0 , while the effectiveness of DAA therapy decreases the value of R_0 . Numerical simulation results support the analytical results obtained. Thus, increasing the effectiveness of DAA therapy and controlling factors that drive the progression of chronic infection can help suppress the spread of Hepatitis C.

Keywords: Reproduction Number, Asymptotic Stability, Routh-Hurwitz Criteria, Sensitivity Index.