



**MODEL MATEMATIKA SIPR PADA PENYEBARAN PENYAKIT
TANAMAN YANG DIPENGARUHI OLEH PESTISIDA**

SKRIPSI

**untuk memenuhi persyaratan
dalam menyelesaikan program sarjana Strata-1 Matematika**

**Oleh:
ABDUL HADI
NIM. 2211011210017**

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2026**

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

MODEL MATEMATIKA SIPR PADA PENYEBARAN PENYAKIT TANAMAN YANG DIPENGARUHI OLEH PESTISIDA

Oleh:
Abdul Hadi
NIM 2211011210017

telah dipertahankan di depan Dosen Penguji pada tanggal 26 Mei 2026
Susunan Dosen Penguji:

Pembimbing I



Dr. Yuni Yulida, S.Si., M.Sc.
NIP 198110102005012004

Dosen Penguji:

1. Dr. Pardi Affandi, S.Si., M.Sc., CIT
2. Muhammad Afief Balya, S.Mat., M.Si.



Pembimbing II



Dr. Muhammad Ahsar Karim, S.Si., M.Sc.
NIP 199005222022032012



Banjarbaru, 5 Juni 2026

Jurusan Matematika FMIPA ULM

Keim.

Dr. Nurrahmah Hijriati, S.Si., M.Si.

NIP 197911222008012013



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Banjarbaru,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Abdul Hadi', with a horizontal line extending from the end of the signature.

Abdul Hadi

NIM. 2211011210017

ABSTRAK

MODEL MATEMATIKA SIPR PADA PENYEBARAN PENYAKIT TANAMAN YANG DIPENGARUHI OLEH PESTISIDA (Oleh : Abdul Hadi; Pembimbing : Yuni Yulida, Muhammad Ahsar Karim; 2026; 89 halaman)

Penyakit tanaman merupakan salah satu ancaman serius dalam bidang pertanian karena dapat menurunkan produktivitas dan kualitas hasil panen. Salah satu cara yang digunakan untuk menekan penyebaran penyakit tanaman adalah dengan penggunaan pestisida. Namun, penggunaan pestisida yang berlebihan dapat menyebabkan dampak negatif terhadap lingkungan dan keseimbangan ekosistem. Penelitian ini membahas model matematika SIPR (*Susceptible, Infected, Pesticide, dan Recovered*) pada penyebaran penyakit tanaman yang dipengaruhi oleh pestisida. Tujuan dari penelitian ini adalah menjelaskan pembentukan model matematika SIPR, menentukan titik ekuilibrium dan bilangan reproduksi dasar, menganalisis kestabilan pada titik ekuilibrium, menganalisis sensitivitas terhadap $\mathcal{R}_0$ dan melakukan simulasi numerik. Berdasarkan hasil analisis, diperoleh tiga titik ekuilibrium yaitu titik ekuilibrium trivial, titik ekuilibrium bebas penyakit, dan titik ekuilibrium endemik serta bilangan reproduksi dasar. Hasil analisis kestabilan menunjukkan bahwa titik ekuilibrium trivial, titik ekuilibrium bebas penyakit, dan titik ekuilibrium endemik stabil asimtotik dengan syarat tertentu. Analisis sensitivitas menunjukkan bahwa parameter β merupakan parameter yang paling berpengaruh terhadap perubahan nilai bilangan reproduksi dasar. Selanjutnya, simulasi numerik menggunakan metode Runge-Kutta orde empat dilakukan untuk menunjukkan solusi numerik dan mendukung penjelasan pada analisis kestabilan model.

Kata Kunci: Model Matematika, Penyakit Tanaman, Pestisida, Analisis Kestabilan, Analisis Sensitivitas.

ABSTRACT

MATHEMATICAL MODEL OF SIPR ON THE SPREAD OF PLANT DISEASES AFFECTED BY PESTICIDES (By: Abdul Hadi; Supervisors: Yuni Yulida, Muhammad Ahsar Karim; 2026; 89 pages)

Plant diseases are one of the major threats in agriculture because they can reduce both the productivity and quality of crop yields. One of the methods used to suppress the spread of plant diseases is the application of pesticides. However, excessive pesticide use may cause negative impacts on the environment and ecosystem balance. This study discusses a SIPR (Susceptible, Infected, Pesticide, and Recovered) mathematical model for the spread of plant diseases influenced by pesticide application. The objectives of this study are to formulate the SIPR mathematical model, determine the equilibrium points and the basic reproduction number, analyze the stability of the equilibrium points, conduct sensitivity analysis with respect to the basic reproduction number $\mathcal{R}_0$, and perform numerical simulations. The results show that the model has three equilibrium points, namely the trivial equilibrium point, the disease-free equilibrium point, and the endemic equilibrium point, as well as a basic reproduction number. The stability analysis indicates that the trivial equilibrium point, the disease-free equilibrium point, and the endemic equilibrium point are asymptotically stable under certain conditions. The sensitivity analysis reveals that the parameter β is the most influential parameter affecting the value of the basic reproduction number. Furthermore, numerical simulations using the fourth-order Runge-Kutta method are carried out to illustrate the numerical solutions and support the results of the stability analysis.

Keywords: Mathematical Model, Plant Disease, Pesticide, Stability Analysis, Sensitivity Analysis.

PRAKATA

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan segala nikmat, hidayah, inayah, taufik, dan karunia-Nya, sehingga penulis berhasil menyelesaikan skripsi yang berjudul “Model Matematika SIPR Pada Penyebaran Penyakit Tanaman Yang Dipengaruhi Oleh Pestisida”. Sholawat dan salam semoga senantiasa tercurah kepada junjungan kita, Nabi Besar Muhammad SAW, beserta keluarga, sahabat, dan pengikut beliau hingga akhir zaman.

Penyusunan tugas akhir ini bertujuan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan program sarjana Strata-1 Matematika di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat. Penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan begitu banyak pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru.
2. Koordinator Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat.
3. Ibu Dr. Yuni Yulida, S.Si., M.Sc. selaku dosen pembimbing pertama tugas akhir yang telah rela mengorbankan tenaga dan membagi waktunya untuk membimbing penulis secara langsung, serta dengan sabar selalu mengupayakan memberikan bantuan serta motivasi pada penelitian dan penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. Muhammad Ahsar Karim, S.Si., M.Sc. selaku dosen pembimbing kedua yang telah membimbing dan banyak memberikan masukan serta motivasi dari awal hingga akhir penyusunan tugas akhir ini.
5. Bapak Dr. Pardi Affandi, S.Si., M.Sc. CIT dan Bapak Muhammad Afief Balya S.Mat., M.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan untuk perbaikan dalam penyusunan tugas akhir ini.

6. Seluruh Dosen pengajar dan Staf Jurusan Matematika atas bantuan dan bimbingan, serta kepercayaan dan motivasi yang cukup besar dalam pembelajaran perkuliahan, pelaksanaan penelitian dan penyusunan tugas akhir.
7. Sahabat satu perjuangan Ghaita, Rahmah, Nana, dan Akmal yang selalu kebersamai penulis selama perkuliahan sampai menyelesaikan tugas akhir.
8. Orang-orang baik yang membantu dan memberikan semangat selama penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menerima kritik dan saran untuk dijadikan masukan dan pembelajaran demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak terutama mahasiswa Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru.

Banjarbaru, 04 Juni 2026

Abdul Hadi
NIM. 2211011210017

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

$S(t)$	: Jumlah populasi tanaman yang rentan
$I(t)$	: Jumlah populasi tanaman yang terinfeksi
$P(t)$	: Jumlah pestisida
$R(t)$	: Jumlah populasi tanaman yang pulih
r	: Laju pertumbuhan intrinsik populasi tanaman
k	: Daya dukung lingkungan hidup
β	: Tingkat kontak antara tanaman yang rentan dan terinfeksi
d_1	: Tingkat kontak antara tanaman yang rentan dan pestisida
d_2	: Tingkat kontak antara tanaman yang terinfeksi dan pestisida
μ	: Tingkat kematian alami
ν	: Tingkat tanaman yang terinfeksi yang telah pulih dan kembali ke tanaman rentan
g	: Tingkat pemulihan tanaman yang terinfeksi
θ	: Tingkat induksi penggunaan pestisida oleh tanaman terinfeksi
α	: Tingkat degradasi alami pestisida di lingkungan
E_0	: Titik Ekuilibrium Trivial
E_1	: Titik Ekuilibrium Bebas Penyakit
E^*	: Titik Ekuilibrium Endemik
$\mathcal{R}_0$	: Bilangan Reproduksi Dasar
J	: Matriks Jacobian
G	: Matriks <i>Next Generation</i>
λ	: Nilai eigen dari persamaan karakteristik

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
PRAKATA.....	vi
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Persamaan Diferensial.....	5
2.2 Sistem Persamaan Diferensial	6
2.3 Model Epidemik SIR.....	8
2.4 Titik Ekuilibrium.....	9
2.5 Analisis Kestabilan.....	9
2.6 Nilai Eigen dan Vektor Eigen	12
2.7 Kriteria Routh-Hurwitz	14
2.8 Bilangan Reproduksi Dasar.....	15
2.9 Analisis Sensitivitas	17
2.10 Metode Runge-Kutta Orde Empat.....	18
2.11 Penyakit Tanaman.....	19
2.12 Pestisida.....	20
BAB III PROSEDUR PENELITIAN.....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Pembentukan Model.....	24

4.2	Titik Ekuilibrium Pada Model.....	29
4.3	Bilangan Reproduksi Dasar ($\mathcal{R}_0$).....	37
4.4	Analisis Kestabilan Pada Model Matematika SIPR.....	41
4.5	Analisis Sensitivitas Pada Bilangan Reproduksi Dasar ($\mathcal{R}_0$)	52
4.6	Simulasi Numerik Model Matematika SIPR.....	60
BAB V PENUTUP		86
5.1	Kesimpulan.....	86
5.2	Saran.....	88
DAFTAR PUSTAKA.....		89
RIWAYAT HIDUP		xii

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Definisi Variabel pada Model Matematika SIPR.....	26
2. Definisi Parameter pada Model Matematika SIPR	26
3. Rumus Indeks Sensitivitas Setiap Parameter	55
4. Nilai Parameter untuk Analisis Sensitivitas terhadap $\mathcal{R}_0$	56
5. Nilai Indeks Sensitivitas Parameter terhadap $\mathcal{R}_0$	56
6. Nilai Parameter untuk Titik Ekuilibrium Bebas Penyakit.....	60
7. Solusi Numerik Persamaan (4.36) di Titik Ekuilibrium Bebas Penyakit.....	68
8. Nilai Parameter untuk Titik Ekuilibrium Endemik E^*	71
9. Solusi Numerik Persamaan (4.37) di Titik Ekuilibrium Endemik.....	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram Alir Model SIR.....	8
2. Diagram Alir Model Matematika SIPR	25
3. Variasi nilai β terhadap perubahan $\mathcal{R}_0$	57
4. Variasi nilai k terhadap perubahan $\mathcal{R}_0$	58
5. Variasi nilai r terhadap perubahan $\mathcal{R}_0$	58
6. Variasi nilai μ terhadap perubahan $\mathcal{R}_0$	59
7. Variasi nilai g terhadap perubahan $\mathcal{R}_0$	59
8. Simulasi Titik Ekuilibrium Bebas Penyakit	69
9. Simulasi Titik Ekuilibrium Endemik	84