

**ANALISIS MODEL PENYEBARAN PENYAKIT PADA TANAMAN  
DENGAN PERANTARA SERANGGA**

**SKRIPSI**



**SITI KOMARIYAH**

**PROGRAM STUDI S-1 MATEMATIKA  
DEPARTEMEN MATEMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
2016**

**ANALISIS MODEL PENYEBARAN PENYAKIT PADA TANAMAN  
DENGAN PERANTARA SERANGGA**

**SKRIPSI**



**SITI KOMARIYAH**

**PROGRAM STUDI S-1 MATEMATIKA  
DEPARTEMEN MATEMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
2016**

**ANALISIS MODEL PENYEBARAN PENYAKIT PADA TANAMAN  
DENGAN PERANTARA SERANGGA**

**SKRIPSI**

**Sebagai Salah Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Sains Bidang Matematika  
Pada Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Airlangga**

**Disetujui oleh:**

**Pembimbing I,**

**Pembimbing II,**



**Dr. Miswanto, M.Si.**

**NIP. 19680204 199303 1 002**



**Dr. Fatmawati, M.Si.**

**NIP. 19730704 199802 2 001**


## LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Analisis Model Penyebaran Penyakit pada  
Tanaman dengan Perantara Serangga  
Penyusun : Siti Komariyah  
NIM : 081211231016  
Tanggal Seminar : 26 April 2016

Disetujui oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Dr. Miswanto, M.Si.

NIP. 19680204 199303 1 002



Dr. Fatmawati, M.Si.

NIP. 19730704 199802 2 001

Mengetahui,

Ketua Departemen Matematika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Airlangga



Badrus Zaman, S.Kom, M.Cs

NIP. 19780126200604 1 001

Koordinator Program Studi S-1 Matematika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Airlangga



Dr. Mohammad Imam Utoyo, M.Si.

NIP. 19640103198810 1 001

## **PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI**

Skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga, diperkenankan untuk dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan harus seizin penulis dan harus menyebutkan sumbernya sesuai kebiasaan ilmiah. Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga.



## SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Siti komariyah  
NIM : 081211231016  
Program Studi : S-1 Matematika  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Jenjang : Sarjana (S1)

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul:

**“Analisis Model Penyebaran Penyakit pada Tanaman dengan Perantara Serangga”**

Apabila suatu saat nanti terbukti melakukan tindakan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 04 Mei 2016



METERAI  
TEMPEL  
FD1ADF672437984  
1000  
RIBU RUPIAH

**Siti Komariyah**

**NIM. 081211231016**

## KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan taufik dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul ***“Analisis Model Penyebaran Penyakit pada Tanaman dengan Perantara Serangga”***. Shalawat serta salam tetap tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW, pemimpin sekaligus sebaik-baiknya suri tauladan bagi kehidupan umat manusia.

Keberhasilan penulis dalam menyusun skripsi ini tentunya tidak lepas dari dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, tak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Universitas Airlangga yang telah memberikan kesempatan penulis untuk menempuh pendidikan tinggi.
2. Direktorat Jendral dan Pendidikan Tinggi yang telah memberikan beasiswa bidikmisi.
3. Badrus Zaman, S.Kom, M.Cs selaku Ketua Departemen Matematika Universitas Airlangga yang selalu memberikan motivasi.

4. Dr. Imam Utoyo, M.Si. selaku Koordinator Program Studi S-1 Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga yang selalu memberikan saran dan motivasi.
5. Dra. Utami Dyah Purwati, M.Si. selaku dosen wali yang telah memberi masukan serta saran selama proses pembelajaran.
6. Dr. Miswanto, M.Si. selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan masukan, tenaga, serta nasehat kepada penulis.
7. Dr. Fatmawati, M.Si. sebagai pembimbing II yang telah banyak memberikan arahan, tenaga dan pikiran.
8. Dr. Windarto, M.Si. selaku dosen penguji 1 dan Dr. Herry Suprajitno, M.Si selaku penguji II yang telah memberikan koreksi serta masukan demi perbaikan skripsi ini.
9. Seluruh dosen Universitas Airlangga yang telah menyampaikan banyak ilmu kepada penulis.
10. Bapak dan Ibu tercinta Sijam dan Parti, adik dan mas saya tercinta M. Ubaidillah dan Ridwan Agung, beserta keluarga besar saya yang menjadi sumber motivasi, memberikan kasih sayang, do'a, tenaga, dan perhatian kepada penulis.
11. Teman-teman Tangguh yaitu Latiefah A., Azizah N. D. P., Bherty R., Hadiyatunnaimah, Putri Cipta P., Yunita Eka P., Fatimah Assegaf, Fitri Nur K., Dewi I. A., Muthia S. D., Fitri Indah W., Ayustinia dan teman kos Meyvita Sari R.Y., Ririn Hariyati, serta Riyadlotus Sholichah yang



memberi dukungan, saling mengajari dalam membantu penyelesaian skripsi ini.

12. Teman-teman Matematika Angkatan 2012 yang memberikan banyak inspirasi dan motivasi.

13. Seluruh pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan mengingat keterbatasan pengetahuan yang penulis peroleh hingga saat ini, namun penulis sudah berupaya agar tidak terjadi kesalahan pada penulisan ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun guna terciptanya kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang membacanya dan bagi penulis sendiri.

Surabaya, Mei 2016

Siti Komariyah

Siti Komariyah, 2016, **Analisis Model Penyebaran Penyakit pada Tanaman dengan Perantara Serangga**. Skripsi ini dibawah bimbingan Dr. Miswanto, M.Si. dan Dr. Fatmawati, M.Si. Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

---

### ABSTRAK

Penyebaran penyakit pada tanaman dapat terjadi melalui angin, air, atau serangga. Hal ini mengakibatkan terjadinya penularan penyakit antara tanaman satu ke tanaman yang lain. Serangga dapat menularkan virus, bakteri, jamur, dan protozoa dari satu tanaman ke tanaman lain. Selain itu, faktor lingkungan juga dapat mempengaruhi penyakit pada tanaman, misalnya kelembaban dan suhu.

Skripsi ini menjelaskan tentang penyakit tanaman dengan perantara serangga. Tujuannya adalah untuk mengetahui pengaruh serangga sebagai perantara pada penyebaran penyakit tanaman dalam waktu tertentu. Dari hasil analisis model, diperoleh dua titik setimbang yaitu titik setimbang non endemik dan titik setimbang endemik. Eksistensi dan kestabilan lokal dari titik setimbang bergantung pada bilangan reproduksi dasar ( $R_0$ ) yang menyatakan rata-rata kasus sekunder per kasus primer dalam suatu populasi virgin selama masa menular kasus primer. Jika  $R_0 < 1$ , maka titik setimbang non endemik akan stabil asimtotis, yang berarti bahwa penyakit tanaman akhirnya akan hilang. Jika  $R_0 > 1$ , maka titik setimbang endemik akan cenderung stabil asimtotis, yang menunjukkan bahwa penyakit tanaman akan bertahan selama sisa hidupnya. Hasil simulasi numerik menunjukkan penyebaran penyakit pada tanaman dengan perantara serangga dipengaruhi oleh besarnya jumlah total populasi tanaman. Selain itu, tingkat gigitan *infected* vektor pada *susceptible* tanaman juga mempengaruhi penyebaran penyakit pada tanaman.

**Kata kunci:** *Penyakit Tanaman, Bilangan Reproduksi Dasar, Kestimbangan, Kestabilan.*

Siti Komariyah, 2016, **Analysis of Plant Disease Spread Model with Insect Mediator**. This undergraduate thesis is supervised by Dr. Miswanto, M.Si. dan Dr. Fatmawati, M.Si. Mathematics Department, Faculty of Science and Technology, Airlangga University, Surabaya.

---

### ABSTRACT

The spread of plant diseases can occur through wind, water, or insects. It cause occur diseases transmission between one plant to other plants. Insects can transmit viruses, bacteria, fungi, and protozoa from one plant to another. In addition, environmental factors can also affect plant diseases, such as humidity and temperature.

The thesis describe about plant diseases with insects as mediator. Its purpose determines the effect of insects as a mediator for the spread of diseases in plants within a certain time. From the analysis result of the model, we obtained two equilibriums that are non-endemic and endemic. The existence and local stability of the equilibriums depends on the basic reproduction number ( $R_0$ ) that average of secondary case devide primary case in a population of virgin during the primary case infectious periode. If  $R_0 < 1$ , then non-endemic equilibriums will be asymptotically stable, which means that the plant disease will disappear eventually. If  $R_0 > 1$ , then the endemic equilibriums tend to asymptotically stable, which indicates that the plant disease will survive for the rest of their life. Numerical simulations shows the spread of plant diseases with insects mediated by the affect sum of the total population of plant. In addition, biting rate of an infected vector on the susceptible plant also affect the spread of plant diseases.

**Keywords:** *Plant Disease, Basic Reproduction Number, Equilibrium, Stability.*

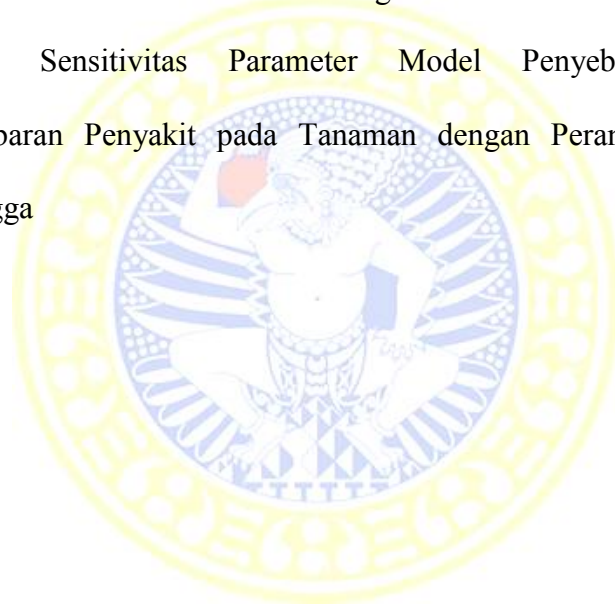
**DAFTAR ISI**

LEMBAR JUDUL .....	i
LEMBAR PERNYATAAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
LEMBAR PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....	iv
SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
ABSTRAK .....	ix
ABSTRACT .....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Vektor Perantara Penyakit Tanaman.....	6
2.2 Sistem Persamaan Diferensial.....	8

2.3 Kestabilan Sistem Linear.....	11
2.4 Kriteria Routh-Hurwitz.....	13
2.5 Basic Reproduction Number .....	15
2.6 MATLAB .....	17
BAB III METODE PENELITIAN.....	18
BAB IV PEMBAHASAN.....	19
4.1 Model Penyebaran Penyakit pada Tanaman dengan Perantara Serangga ..	19
4.1.1 Titik Setimbang Model Penyebaran Penyakit pada Tanaman dengan Perantara Serangga.....	25
4.1.2 Analisis Kestabilan Asimtotis Lokal Titik Setimbang.....	28
4.1.3 Analisis Sensitivitas.....	34
4.2 Simulasi Numerik.....	35
BAB V PENUTUP.....	38
5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA .....	39

**DAFTAR TABEL**

Nomor	Judul Tabel	Halaman
4.1	Variabel dan Parameter Model Penyebaran Penyakit pada Tanaman dengan Perantara Serangga.	20
4.2	Nilai Parameter Model Penyebaran Penyakit pada Tanaman dengan Perantara Serangga.	31
4.3	Nilai Awal Simulasi Titik Setimbang	32
4.4	Indeks Sensitivitas Parameter Model Penyebaran Penyakit pada Tanaman dengan Perantara Serangga	34



## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
2.1	Model Sederhana Aliran Energi pada Tiga Tingkat Trofik di Ekosistem.	6
4.1	Diagram Transmisi Model Penyebaran Penyakit pada Tanaman dengan Perantara Serangga	22
4.2	Bidang Fase untuk Titik Setimbang Endemik $E^*$	32
4.3	Grafik Dinamika Populasi Tanaman dan Serangga saat $R_0 < 1$	35
4.4	Grafik Dinamika Populasi Tanaman dan Serangga saat $R_0 > 1$	36



## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul
1.	Perhitungan <i>Basic Reproduction Number</i>
2.	Perhitungan Titik Setimbang Endemik ( $E^*$ )
3.	Penentuan Syarat Kestabilan Titik Setimbang Non endemik dengan Kriteria Routh-Hurwitz
4.	Perhitungan Persamaan Karakteristik pada Titik Setimbang Endemik $E^*$
5.	Kode Program untuk Simulai Bidang Fase dan Grafik Dinamika Populasi Tanaman dan Serangga pada Titik Setimbang Endemik ( $E^*$ ) saat $R_0 > 1$
6.	Kode Program Grafik Dinamika Populasi Tanaman dan Serangga untuk Titik Setimbang Non Endemik ( $E_0$ ) saat $R_0 < 1$