

**MODEL MATEMATIKA PENGARUH VIRUS KUNING PADA  
TANAMAN TOMAT MELALUI SERANGGA *Bemisia tabaci*  
DENGAN MEMANFAATKAN JAMUR *Verticillium lecanii***



**NADA ATIFAH  
NIM. 18030097/2018**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
DEPARTEMEN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2022**

**MODEL MATEMATIKA PENGARUH VIRUS KUNING PADA  
TANAMAN TOMAT MELALUI SERANGGA *Bemisia tabaci*  
DENGAN MEMANFAATKAN JAMUR *Verticillium lecanii***

**SKRIPSI**

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar  
Sarjana Sains*



**NADA ATIFAH  
NIM. 18030097/2018**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
DEPARTEMEN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2022**

## PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : Model Matematika Pengaruh Virus Kuning pada Tanaman Tomat Melalui Serangga *Bemisia tabaci* dengan Memanfaatkan Jamur *Verticillium lecanii*

Nama : Nada Atifah

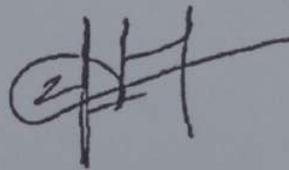
NIM : 18030097

Program Studi : Matematika

Departemen : Matematika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 19 Agustus 2022  
Disetujui oleh,  
Pembimbing



Dra. Dewi Murni, M.Si  
NIP. 19670828 199203 2 002

## HALAMAN PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Nada Atifah  
NIM / TM : 18030097/2018  
Program Studi : Matematika  
Departemen : Matematika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

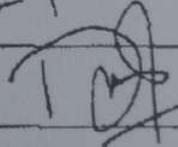
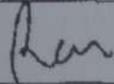
Dengan Judul Skripsi

### **Model Matematika Pengaruh Virus Kuning pada Tanaman Tomat Melalui Serangga *Bemisia tabaci* dengan Memanfaatkan Jamur *Verticillium lecanii***

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi  
Program Studi Matematika Departemen Matematika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan  
Alam Universitas Negeri Padang

Padang, 19 Agustus 2022

Tim Penguji

Nama	Tanda Tangan
Ketua : Dra. Dewi Murni, M.Si	 _____
Anggota : Defri Ahmad, S.Pd, M.Si	 _____
Anggota : Rara Sandhy Winanda, S.Pd, M.Sc	 _____

## SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

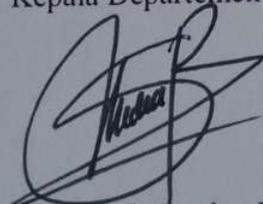
Nama : Nada Atifah  
NIM : 18030097  
Program Studi : Matematika  
Departemen : Matematika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan, bahwa skripsi saya dengan judul "**Modei Matematika Pengaruh Virus Kuning pada Tanaman Tomat Melalui Serangga *Bemisia tabaci* dengan Memanfaatkan Jamur *Verticillium lecanii***" adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam tradisi keilmuan. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, 19 Agustus 2022

#Diketahui oleh,  
Kepala Departemen Matematika,



Dra. Media Rosha, M.Si  
NIP. 19620815 198703 2 004

Saya yang menyatakan,



Nada Atifah  
NIM. 18030097

# MODEL MATEMATIKA PENGARUH VIRUS KUNING PADA TANAMAN TOMAT MELALUI SERANGGA *Bemisia tabaci* DENGAN MEMANFAATKAN JAMUR *Verticillium lecanii*

Nada Atifah

## ABSTRAK

Virus kuning merupakan virus yang menyerang tanaman tomat. Virus ini disebarkan oleh vektor serangga *Bemisia tabaci*. Virus kuning dapat menyebabkan tanaman tomat memiliki daun tebal, kecil, menggulung serta daunnya berwarna kuning, tanaman menjadi kerdil, dan gagal bereproduksi. Pencegahan virus kuning dapat dilakukan salah satunya dengan pengendalian vektor serangga dengan memanfaatkan jamur *Verticillium lecanii*. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui bentuk model matematika pengaruh virus kuning pada tanaman tomat melalui serangga *Bemisia tabaci* dengan memanfaatkan jamur *Verticillium lecanii* dan menginterpretasikan hasil analisis dari model matematika tersebut.

Penelitian ini merupakan penelitian dasar. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dimana dengan menggunakan metode ini dilakukan analisis teori-teori yang sesuai dengan permasalahan yang akan dibahas yaitu pengaruh virus kuning pada tanaman tomat melalui serangga *Bemisia tabaci* dengan memanfaatkan jamur *Verticillium lecanii* dan teori-teori ini dilandaskan pada studi kepustakaan. Penelitian ini diawali dengan menentukan asumsi, variabel dan parameter yang berhubungan dengan pengaruh virus kuning pada tanaman tomat melalui serangga *Bemisia tabaci* dengan memanfaatkan jamur *Verticillium lecanii* sehingga model matematika dapat terbentuk. Selanjutnya, akan dilakukan analisis pada model serta dilakukan simulasi numerik. Diakhiri dengan menginterpretasikan model tersebut dari hasil analisis yang telah dilakukan.

Berdasarkan hasil analisis terdapat dua titik ekuilibrium yaitu titik ekuilibrium bebas penyakit dan titik ekuilibrium endemik. Hasil analisis dari analisis kestabilan menggunakan kriteria Routh-Hurwitz ditunjukkan bahwa pada titik ekuilibrium bebas penyakit stabil asimtotik jika  $\Lambda_t = \mu_t N$  dan untuk titik ekuilibrium endemik stabil asimtotik jika  $d_1 > e_1$ ,  $d_2 > e_2$ , dan  $a_1 > \frac{a_1^2 + a_3^2 a_0}{a_3 a_2}$ . Kemudian simulasi model menunjukkan bahwa jika keefektifan *Verticillium lecanii* itu besar maka populasi tanaman tomat yang terinfeksi akan mengalami penurunan sampai kepunahan begitu juga dengan populasi *Bemisia tabaci*.

Kata Kunci: Model Matematika, virus kuning, *Bemisia tabaci*, *Verticillium lecanii*

# MATHEMATICAL MODEL OF THE EFFECT OF YELLOW VIRUS ON TOMATO PLANTS THROUGH THE INSECT *Bemisia tabaci* USING THE FUNGUS *Verticillium lecanii*

Nada Atifah

## ABSTRACT

The Yellow virus is a virus that attacks tomato plants. This virus is spread by the insect vector, *Bemisia tabaci*. The yellow virus can cause tomato plants to have thick, small, curled leaves and yellow leaves. The plants become stunted and fail to reproduce. One of the ways to prevent the yellow virus is to control insect vectors using the fungus *Verticillium lecanii*. The goal of this study was to figure out how to make a mathematical model of how the yellow virus affects tomato plants through the insect *Bemisia tabaci* and the fungus *Verticillium lecanii* and to figure out what the results of the mathematical model analysis mean.

This research is basic research. This study uses a descriptive method whereby an analysis of theories is carried out in accordance with the problems to be discussed, namely the effect of the yellow virus on tomato plants through the insects *Bemisia tabaci* and using the fungus *Verticillium lecanii*, and these theories are based on a literature study. This study begins by determining the assumptions, variables, and parameters related to the effect of yellow virus on tomato plants through the insect *Bemisia tabaci* using the fungus *Verticillium lecanii* so that a mathematical model can be formed. Furthermore, analysis will be carried out on the model and numerical simulation will be carried out. It ends by interpreting the model from the results of the analysis that has been done.

Based on the results of the analysis, there are two equilibrium points, namely the disease-free equilibrium point and the endemic equilibrium point. The results of the stability analysis using the Routh-Hurwitz criteria showed that the disease-free equilibrium point is asymptotically stable if  $\Lambda_t = \mu_t N$  and the endemic equilibrium point is asymptotically stable if  $d_1 > e_1$ ,  $d_2 > e_2$ , and  $a_1 > \frac{a_1^2 + a_3^2 a_0}{a_3 a_2}$ . Then, the model simulation shows that if *Verticillium lecanii* is very effective, both the number of infected tomato plants and the number of *Bemisia tabaci* will decrease to extinction

Keywords: Mathematical model, yellow virus, *Bemisia tabaci*, *Verticillium lecanii*

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji peneliti ucapkan kepada Allah SWT, atas limpahan rahmat dan karunia, kemampuan, kesempatan serta kemudahan, sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi ini. Adapun judul skripsi yang saya ajukan adalah “**Model Matematika Pengaruh Virus Kuning pada Tanaman Tomat Melalui Serangga *Bemisia Tabaci* dengan Memanfaatkan Jamur *Verticillium lecanii*”**”. Shalawat dan salam kepada Rasulullah SAW. yang senantiasa menjadi sumber inspirasi dan teladan terbaik untuk umat manusia.

Skripsi ini bertujuan untuk memenuhi sebagian dari pernyataan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) pada Program Studi Matematika Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Padang. Peneliti banyak mendapatkan bantuan, bimbingan, arahan, dan motivasi dari berbagai pihak dalam menyelesaikan skripsi ini. Oleh sebab itu, peneliti mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Dra. Dewi Murni, M.Si., Dosen Pembimbing sekaligus Penasehat Akademis.
2. Bapak Defri Ahmad S. Pd, M.Si dan Ibu Rara Sandhy Winanda, S. Pd, M.Sc., sebagai Dosen Penguji.
3. Ibu Dra. Media Rosha, M.Si., Ketua Program Studi Matematika sekaligus Ketua Jurusan Matematika FMIPA UNP.
4. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Matematika FMIPA UNP yang telah membimbing dan berbagi ilmu pengetahuan kepada peneliti.

5. Ayah, Ibu, dan Keluarga besar yang selalu mendoakan, memberikan semangat, dan nasehat kepada penulis.
6. Teman-teman seperjuangan angkatan 2018 serta adik-adik Jurusan Matematika Universitas Negeri Padang yang turut membantu dan mendukung dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Semua pihak yang telah banyak membantu dan memberi dukungan kepada penulils dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga bimbingan dan bantuan yang diberikan kepada peneliti menjadi amal dan mendapatkan pahala dari Allah SWT. Peneliti menyadari dalam penulisan ini masih belum sempurna karena keterbatasan peneliti. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun peneliti harapkan demi kesempurnaan skripsi ini, dan mudah-mudahan skripsi ini bermanfaat bagi pembaca.

Padang, 19 Agustus 2022

Nada Atifah

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>ix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Rumusan Masalah .....	4
C. Pertanyaan Penelitian .....	4
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	5
F. Metodologi Penelitian.....	5
<b>BAB II KAJIAN TEORI</b> .....	<b>7</b>
A. Virus Kuning pada Tanaman Tomat .....	7
B. Jamur Entomopatogen .....	11
C. Pemodelan Matematika .....	12
D. Sistem Persamaan Diferensial.....	15
E. Nilai Eigen dan Vektor Eigen .....	18
F. Titik Ekuilibrium.....	19
G. Kestabilan Lokal di Sekitar Titik Ekuilibrium.....	21
H. Bilangan Reproduksi Dasar .....	23
<b>BAB III PEMBAHASAN</b> .....	<b>25</b>
A. Proses Pembentukan Model.....	25
B. Analisis Model .....	30
C. Interpretasi Model Matematika .....	46
<b>BAB IV PENUTUP</b> .....	<b>47</b>
A. Kesimpulan .....	47

B. Saran.....	48
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>50</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>53</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Variabel pada model matematika .....	26
2. Parameter yang digunakan pada model matematika.....	26
3. Nilai Parameter untuk titik ekuilibrium bebas penyakit .....	41
4. Nilai Parameter untuk titik ekuilibrium endemik .....	43

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram pembentukan Model Matematika .....	13
2. Model SI secara Umum .....	15
3. Diagram Model Matematika .....	28
4. Trayektori di Sekitar Titik Ekuilibrium Bebas Penyakit .....	42
5. Trayektori di Sekitar Titik Ekuilibrium Endemik .....	44

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Titik Ekuilibrium .....	53
2. Simulasi Maple Titik Kesetimbangan Bebas Penyakit .....	53
3. Simulasi Maple Titik Kesetimbangan Endemik .....	57

# BAB I PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang Masalah

Tomat termasuk dalam famili *Solanaceae* dan merupakan tanaman buah atau sayur terpenting kedua setelah kentang. Tomat dibudidayakan untuk buah segar dan juga diolah menjadi produk olahan. Tomat mengandung senyawa yang dapat meningkatkan kesehatan seperti vitamin, karotenoid dan senyawa fenolik. Selain penting secara ekonomi dan gizi, tomat telah menjadi model untuk studi perkembangan buah berdaging. Tomat adalah buah yang perubahan metabolismenya sangat nampak terjadi selama perkembangan buahnya (Quinet, 2019).

Berdasarkan statistik hortikultura 2020, konsumsi tomat meningkat dari tahun ke tahunnya. Pada tahun 2020, konsumsi tomat oleh sektor rumah tangga mencapai 634,01 ribu ton, naik sebesar 0,79% (4,99 ribu ton) dari tahun 2019. Konsumsi tomat dari sektor rumah tangga adalah 45,36% dari total konsumsi tomat.

Meningkatnya konsumsi tomat setiap tahunnya mengakibatkan produksi tomat juga harus meningkat. Tetapi terkadang ada beberapa kendala yang menyebabkan produksi tomat tidak maksimal, diantaranya yaitu faktor iklim, jenis tanah, suhu, bibit, virus dan lainnya. Di Indonesia, virus yang banyak menyerang tanaman tomat adalah Gemini virus, *Tobacco Mosaic Virus* (TMV), Potato virus Y (PVY), Potyvirus, PepYLCV (*Pepper yellow leaf curl virus*) dan *Cucumber Mosaic Virus* (CMV) (Mahendra, 2017).

Salah satu virus yang menyerang tanaman tomat yaitu virus kuning. Virus kuning merupakan virus patogen yang sulit dikendalikan, karena virus

hidup sebagai parasit obligat di dalam sel tanaman. Sehingga usaha untuk mematikan virus hanya bisa dilakukan dengan mematikan sel atau jaringan pada inangnya. Sampai saat ini belum ada pestisida yang efektif untuk mengendalikan patogen virus atau serangga vektornya (Mahendra, 2017).

Virus kuning pertama di dunia dilaporkan terjadi di Israel pada akhir tahun 1930-an dan penanaman tomat terkena dampak yang parah di Negara Timur Tengah sejak tahun 1960-an. Dimana kutu kebul *Bemisia tabaci* merupakan vektor alami terjadinya penyebaran virus kuning ini. Penyebaran biotipe B dari *Bemisia tabaci* ke seluruh dunia terjadi pada tahun 1980-an. Biotipe ini memiliki kisaran inang yang lebih luas dibandingkan dengan biotipe lainnya, yang pada awalnya hanya menginfeksi spesies gulma atau tumbuhan endemik ke spesies budidaya yang berdekatan, dimana sebelumnya spesies budidaya tidak terpengaruh. Salah satu tanaman yang diserang oleh virus ini yaitu tanaman tomat (Moriones, 2000).

Di Indonesia, penyakit virus kuning pertama kali ditemukan menyerang tanaman tembakau pada tahun 1989. Kemudian pada tahun 1996 virus kuning ditetapkan sebagai virus potensial di negara-negara Asia yang tergabung dalam kerjasama AVNET yaitu Indonesia, Malaysia, Thailand, Filipina, dan Taiwan. Pada tahun 2001 virus kuning ini diketahui telah menyerang tanaman cabai di sekitar Lembang. Pada tahun 2004 serangan virus ini semakin meluas sehingga 984,6 ha terserang virus ini yang menyebabkan kerugian finansial mencapai Rp. 7,31 miliar dengan kehilangan hasil dapat mencapai 20-100% (Gunaeni, 2008).

Virus kuning dapat ditularkan melalui teknik penyambungan dan juga dengan perantara kutu kebul. Secara mekanik virus ini tidak dapat ditularkan

melalui biji. Masa inkubasi virus ini antara 15-29 hari setelah inokulasi (Sudiono, 2001). Kutu kebul membutuhkan waktu selama 48 jam untuk terinfeksi virus kuning ketika menyerap nutrisi pada tanaman yang telah terinfeksi dan hanya membutuhkan waktu  $\frac{1}{2}$  jam maka dalam tubuh kutu kebul telah mengandung virus (Gunaeni, 2008).

Teknik pengendalian serangga vektor yang tersedia terbatas pada aplikasi pestisida kimia. Namun, selain harga pestisida kimia yang relatif mahal, pestisida kimia juga menyebabkan resistensi hama, karena perkembangan serangga vektor yang pesat. Selain dengan pestisida kimia pengendalian serangga *Bemisia tabaci* juga dapat menggunakan jamur entomopatogen *Verticillium lecanii*. Jamur *Verticillium lecanii* memiliki kelebihan karena mampu menggagalkan penetasan telur dari serangga vektor, selain itu jamur ini juga mampu menginfeksi seluruh stadia *Bemisia tabaci* baik nimfa maupun imago (detrivor), maupun musuh alami baik parasitoid maupun predator (Prayogo, 2014).

Permasalahan ini akan dimodelkan ke dalam bentuk model matematika SI-SI guna untuk menggambarkan kondisi yang nyata pada permasalahan tersebut dan juga sebagai perencanaan dan kontrol dalam membuat kebijakan. Pemakaian model SI-SI ini dikarenakan tanaman tomat yang terinfeksi virus kuning tidak dapat sembuh maka modelnya hanya sampai infeksi saja. Begitu juga pada serangga *Bemisia tabaci* yang telah terinfeksi virus kuning maka selama hidupnya dia akan selalu menyebarkan virus kuning. Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan di atas peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **“Model Matematika Pengaruh Virus Kuning pada Tanaman Tomat Melalui**

**Serangga *Bemisia Tabaci* dengan Memanfaatkan Jamur *Verticillium Lecanii*”.**

**B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan masalah yang dibahas di atas, maka dapat dibuat rumusan masalahnya adalah “ bagaimana model matematika pengaruh virus kuning pada tanaman tomat melalui serangga *Bemisia tabaci* dengan memanfaatkan jamur *Verticillium lecanii*?”.

**C. Pertanyaan Penelitian**

Berdasarkan latar belakang, dapat ditulis beberapa pertanyaan penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Apa model matematika pengaruh virus kuning pada tanaman tomat melalui serangga *Bemisia tabaci* dengan memanfaatkan jamur *Verticillium lecanii*?
2. Bagaimana kestabilan titik ekuilibrium model matematika pengaruh virus kuning pada tanaman tomat melalui serangga *Bemisia tabaci* dengan memanfaatkan jamur *Verticillium lecanii*?
3. Bagaimana interpretasi dari model matematika pengaruh virus kuning pada tanaman tomat melalui serangga *Bemisia tabaci* dengan memanfaatkan jamur *Verticillium lecanii*?

**D. Tujuan Penelitian**

1. Membentuk model matematika pengaruh virus kuning pada tanaman tomat melalui serangga *Bemisia tabaci* dengan memanfaatkan jamur *Verticillium lecanii*.

2. Menganalisis model matematika pengaruh virus kuning pada tanaman tomat melalui serangga *Bemisia tabaci* dengan memanfaatkan jamur *Verticillium lecanii*.
3. Menginterpretasikan hasil analisis dari model matematika pengaruh virus kuning pada tanaman tomat melalui serangga *Bemisia tabaci* dengan memanfaatkan jamur *Verticillium lecanii*.

#### **E. Manfaat Penelitian**

1. Sebagai sarana pengaplikasian ilmu yang telah diperoleh dalam kehidupan sehari-hari dan menambah wawasan tentang model matematika pengaruh virus kuning pada tanaman tomat melalui serangga *Bemisia tabaci* dengan memanfaatkan jamur *Verticillium lecanii*.
2. Sebagai masukan atau gambaran bagi instansi terkait tentang model matematika pengaruh virus kuning pada tanaman tomat melalui serangga *Bemisia tabaci* dengan memanfaatkan jamur *Verticillium lecanii*.
3. Sebagai bahan masukan atau rujukan bagi penelitian selanjutnya dalam mengembangkan dan memperluas cakupan penelitian.

#### **F. Metodologi Penelitian**

Jenis penelitian ini merupakan penelitian dasar. Metode yang digunakan adalah metode deskriptif. Penelitian ini dilakukan dengan studi pustaka yaitu mengumpulkan buku dan juga rujukan-rujukan. Teori-teori yang didapatkan akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang ada dan untuk mendapatkan kesimpulan.

Langkah-langkah yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan ini yaitu sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi masalah yang akan diangkat yaitu model matematika pengaruh virus kuning pada tanaman tomat melalui serangga *Bemisia tabaci* dengan memanfaatkan jamur *Verticillium lecanii*.
2. Mengumpulkan dan mengkaji teori-teori yang relevan tentang masalah model matematika pengaruh virus kuning pada tanaman tomat melalui serangga *Bemisia tabaci* dengan memanfaatkan jamur *Verticillium lecanii*.
3. Menentukan variabel, parameter dan asumsi yang akan digunakan dalam pembentukan model.
4. Membentuk model dari variabel, parameter serta asumsi yang telah ditentukan.
5. Melakukan analisis terhadap model matematika yang telah terbentuk.
6. Menginterpretasikan hasil analisis model matematikanya.
7. Menarik kesimpulan.