

**PEMODELAN MATEMATIKA PENYEBARAN PENYAKIT
DIFTERI DENGAN KARANTINA DAN PENAKSIRAN
PARAMETER**

SKRIPSI



**Oleh:
NURSANIATI
2217010067**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN IMAM BONJOL PADANG
2026**

**PEMODELAN MATEMATIKA PENYEBARAN PENYAKIT
DIFTERI DENGAN KARANTINA DAN PENAKSIRAN
PARAMETER**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana (S1)



**Oleh:
NURSANIATI
2217010067**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN IMAM BONJOL PADANG
2026**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Padang, 17 Juni 2026
Yang Membuat Pernyataan,



NURSANIATI

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi dengan judul **Pemodelan Matematika Penyebaran Penyakit Difteri dengan Karantina dan Penaksiran Parameter** yang disusun oleh **Nursaniati NIM 2217010067**, telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dalam sidang skripsi pada Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Imam Bonjol Padang.

Padang, 03 Juni 2026

Menyetujui:

Pembimbing I



La Ode Sabran, M.Si.
NIP 198804252020121006

Pembimbing II

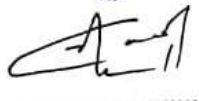


Ezhari Asfa'ani, M.Sc.
NIP 199001062019032012

HALAMAN PENGUJIAN

Skripsi dengan judul **Pemodelan Matematika Penyebaran Penyakit Difteri dengan Karantina dan Penaksiran Parameter** yang disusun oleh Nursaniati NIM **2217010067**, telah diuji di depan Tim Penguji pada hari Rabu tanggal 17 Juni 2026.

Tim Penguji :

	Nama	Jabatan	Tanda Tangan
1	Ilham Dangu Rianjaya, M.Si. NIP 199207022020121009	(Ketua)	 (.....)
2	Darvi Mailisa Putri, M.Si. NIP 199006162019032021	(Sekretaris)	 (.....)
3	La Ode Sabran, M.Si. NIP 198804252020121006	(Anggota)	 (.....)
4	Ezhari Asfa'ani, M.Sc. NIP 199001062019032012	(Anggota)	 (.....)

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika



Syarto Musthofa, M.Sc.
NIP 199309152020121012

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **Pemodelan Matematika Penyebaran Penyakit Difteri dengan Karantina dan Penaksiran Parameter** yang disusun oleh **Nursaniati NIM 2217010067** Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Imam Bonjol Padang telah dipertahankan di depan Tim Penguji Sidang Skripsi pada tanggal 17 Juni 2026 dan dinyatakan memenuhi syarat.

Disahkan di : Padang

Tanggal : 17 Juni 2026

Menyetujui:

Pembimbing I



La Ode Sabran, M.Si.
NIP 198804252020121006

Pembimbing II



Ezhari Asfa'ani, M.Sc.
NIP 199001062019032012

Mengetahui,

Ketua Program Studi Matematika



Syarto Musthofa, M.Sc.
NIP 199309152020121012

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi




Dr. Yulia, M.Pd.
NIP 198105052009012008

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Pemodelan Matematika Penyebaran Penyakit Difteri dengan Karantina dan Penaksiran Parameter”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan akademik dalam menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi di Universitas Islam Negeri Imam Bonjol Padang.

Dalam menyelesaikan skripsi ini tentunya masih jauh dari kata sempurna, hal ini dikarenakan keterbatasan pengetahuan yang penulis miliki. Oleh karena itu untuk melengkapi kesempurnaan tersebut diharapkan adanya saran dan kritik yang diberikan bersifat membangun. Pada kesempatan ini tak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, nasehat, dan pemikiran dalam penulisan skripsi ini, terutama kepada:

1. Dekan dan Civitas Akademik Fakultas Sains dan Teknologi.
2. Ketua dan Sekretaris Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi.
3. La Ode Sabran, M.Si. selaku pembimbing I, pembimbing akademik, sekaligus penguji yang telah memberikan arahan dan saran kepada penulis selama masa perkuliahan dan dalam penulisan skripsi ini.
4. Ezhari Asfa'ani, M.Sc. selaku pembimbing II sekaligus penguji yang telah memberikan arahan dan saran kepada penulis dalam penulisan skripsi ini.
5. Ilham Dangu Rianjaya, M.Si. sebagai dosen penguji I yang telah berkesempatan untuk menguji dan memberikan arahan kepada penulis dalam penulisan skripsi.
6. Darvi Mailisa Putri, M.Si. sebagai dosen penguji II yang telah berkesempatan untuk menguji dan memberikan arahan kepada penulis dalam penulisan skripsi.
7. Ayah Tinitor dan Ibu Saniyar yang telah menemani di setiap proses penulis, terima kasih atas semua perjuangan yang tiada henti. Terima kasih atas setiap do'a dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis. Sehat selalu Ayah dan Ibu agar bisa menemani setiap proses yang dilalui penulis di masa depan,

8. Saudara Kandung Nur Alia Sakinati yang selalu memberikan semangat kepada penulis. Semoga selalu diberi kesehatan, kebahagiaan, dilancarkan segala proses dan diberikan yang terbaik dalam meraih masa depan.
9. Kepada teman kelompok ANAS yang telah menemani selama masa perkuliahan dan kebersamaan penulis di saat kesulitan.
10. Kepada teman-teman penulis, Gita Wahyuni, Lisa Susanti, Winda Dwi Rahmi, dan Vika Pradinda Harahap yang telah memberikan bantuan dalam belajar ketika skripsi dikerjakan.
11. Teman-teman angkatan 2022 yang telah menemani penulis semasa perkuliahan.
12. Pihak-pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu tanpa mengurangi rasa hormat, yang telah memberikan dorongan dan bantuan sehingga skripsi ini terselesaikan.

Padang, 17 Juni 2026



Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nursaniati

NIM : 2217010067

Program Studi : Matematika

Judul Skripsi : Pemodelan Matematika Penyebaran Penyakit Difteri dengan
Karantina dan Penaksiran Parameter

Dengan ini menyatakan persetujuan untuk dipublikasikannya karya ilmiah (skripsi)
saya oleh pihak UIN Imam Bonjol Padang untuk kepentingan akademis.

Padang, 17 Juni 2026

Yang Membuat Pernyataan,



Nursaniati

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model matematika penyebaran penyakit difteri dengan karantina serta melakukan penaksiran parameter menggunakan Algoritma Genetika (*Genetic Algorithm/GA*). Model yang dikembangkan merupakan model SEIQRS yang membagi populasi ke dalam lima kompartemen, yaitu rentan (*susceptible*), terpapar (*exposed*), terinfeksi (*infected*), dikarantina (*quarantined*), dan sembuh (*recovered*). Model ini mempertimbangkan dua jalur penularan serta penurunan kekebalan yang memungkinkan individu sembuh kembali menjadi rentan. Hasil analisis model menunjukkan adanya dua titik ekuilibrium, yaitu titik ekuilibrium bebas penyakit dan titik ekuilibrium endemik yang bergantung pada bilangan reproduksi dasar. Parameter model diestimasi menggunakan data kumulatif jumlah penemuan kasus difteri di Indonesia periode tahun 2000–2024 dengan metode Algoritma Genetika. Hasil estimasi menghasilkan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 2,5224%, yang menunjukkan bahwa model memiliki tingkat kecocokan yang baik terhadap data riil. Berdasarkan hasil estimasi parameter diperoleh bilangan reproduksi dasar lebih besar dari satu, yang menunjukkan bahwa penyakit difteri masih berpotensi menyebar dan bertahan dalam populasi sehingga kondisi penyebaran penyakit cenderung bersifat endemik.

Kata kunci: Difteri, Model SEIQRS, Karantina, Bilangan Reproduksi Dasar, Algoritma Genetika.

ABSTRACT

This study aims to develop a mathematical model of diphtheria transmission under quarantine conditions and to estimate parameters using a Genetic Algorithm (GA). The model developed is an SEIQRS model that divides the population into five compartments: susceptible, exposed, infected, quarantined, and recovered. This model accounts for two transmission routes as well as waning immunity, which allows recovered individuals to become susceptible again. The model analysis results indicate the presence of two equilibrium points: a disease-free equilibrium and an endemic equilibrium, both of which depend on the basic reproduction number. Model parameters were estimated using cumulative data on the number of diphtheria cases reported in Indonesia from 2000 to 2024 via the Genetic Algorithm method. The estimation results yielded a Mean Absolute Percentage Error (MAPE) of 2.5224%, indicating that the model fits the real-world data well. Based on the parameter estimation results, the basic reproduction number was found to be greater than one, suggesting that diphtheria still has the potential to spread and persist in the population, meaning that the disease's transmission tends to be endemic.

Keywords: *Diphtheria, SEIQRS Model, Quarantine, Basic Reproduction Number, Genetic Algorithm.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGUJIAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	viii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	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	5
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 Kerangka Teori	7
2.1.1 Difteri.....	7
2.1.2 Persamaan Diferensial	9
2.1.3 Sistem Persamaan Diferensial	9
2.1.4 Solusi Sistem Persamaan Diferensial Linear Homogen	10
2.1.5 Titik Keseimbangan (Ekuilibrium).....	16
2.1.6 Kestabilan Titik Ekuilibrium	18
2.1.7 Formula Vieta	28

2.1.8 Model SEIR	32
2.1.9 Bilangan Reproduksi Dasar (R_0) dan <i>Next Generation Matrix</i>	34
2.1.10 Algoritma Genetika.....	37
2.2 Literatur Review	40
BAB III METODE PENELITIAN	43
3.1 Jenis Penelitian	43
3.2 Setting Penelitian.....	43
3.3 Sumber Data	44
3.4 Langkah-Langkah Penelitian.....	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	47
4.1 Asumsi Model.....	47
4.2 Variabel dan Parameter	48
4.3 Model Matematika	49
4.4 Titik Ekuilibrium Model.....	56
4.5 Bilangan Reproduksi Dasar (R_0)	62
4.6 Analisis Kestabilan Titik Ekuilibrium	64
4.7 Estimasi Parameter Model Matematika Penyebaran Penyakit Difteri	73
4.8 Simulasi Numerik pada Model Matematika Penyebaran Penyakit Difteri .	77
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	86
5.1 Kesimpulan.....	86
5.2 Saran	87
DAFTAR PUSTAKA.....	88
LAMPIRAN.....	92

DAFTAR TABEL

Nomor Tabel	Judul Tabel	Halaman
Tabel 2.1	Kompartemen dan Parameter Model SEIR.....	33
Tabel 4.1	Daftar Variabel Model Kasus Difteri dengan Karantina	48
Tabel 4.2	Daftar Parameter Model Kasus Difteri dengan Karantina	48
Tabel 4.3	Data Kumulatif Kasus difteri di Indonesia 2000-2024	73
Tabel 4.4	Hasil Estimasi Parameter dengan $p_m = 0,1$	75
Tabel 4.5	Hasil Estimasi Parameter dengan $p_m = 0,01$	75
Tabel 4.6	Hasil Estimasi Parameter	76
Tabel 4.7	Daftar Nilai Parameter untuk $R_0 < 1$	78
Tabel 4.8	Jumlah Populasi Awal	78
Tabel 4.9	Daftar Nilai Parameter untuk $R_0 > 1$	81
Tabel 4.10	Jumlah Populasi Awal	81

DAFTAR GAMBAR

Nomor Gambar	Judul Gambar	Halaman
Gambar 2.1	Diagram Kompartemen Model SEIR.....	33
Gambar 4. 1	Diagram Alir Model Penyebaran Penyakit Difteri.....	49
Gambar 4.2	Perbandingan Populasi Terinfeksi (<i>I</i>) Model dan Data Riil	77
Gambar 4.3	Dinamika Populasi Kompartemen S Saat $R_0 < 1$	79
Gambar 4.4	Dinamika Populasi Kompartemen I Saat $R_0 < 1$	80
Gambar 4.5	Dinamika Populasi Kompartemen E,Q, dan R Saat $R_0 < 1$	80
Gambar 4.6	Dinamika Kompartemen S saat $R_0 > 1$	82
Gambar 4.7	Dinamika Kompartemen E saat $R_0 > 1$	83
Gambar 4.8	Dinamika Kompartemen I saat $R_0 > 1$	83
Gambar 4. 9	Dinamika Kompartemen Q dan R saat $R_0 > 1$	84

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor Lampiran	Judul Lampiran	Halaman
Lampiran 1.	Estimasi Parameter dengan Algoritma Genetika	92
Lampiran 2.	Perbandingan Data Riil Dan Hasil Perhitungan	99
Lampiran 3.	Simulasi Numerik untuk $R_0 < 1$	101
Lampiran 4.	Simulasi Numerik untuk $R_0 > 1$	103