

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

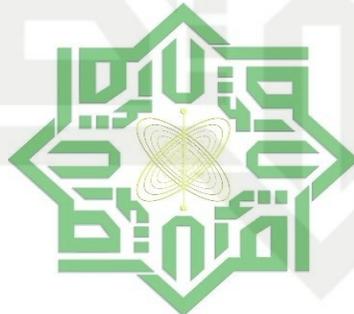
KESTABILAN MODEL SEPIR PADA PENYAKIT KANKER KULIT AKIBAT PAPARAN SINAR ULTRAVIOLET

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada Program Studi Matematika

oleh:

DEVI YANTI
12050424580



UIN SUSKA RIAU

UIN SUSKA RIAU

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2024



LEMBAR PERSETUJUAN

KESTABILAN MODEL SEPIR PADA PENYAKIT KANKER KULIT AKIBAT PAPAN SINAR ULTRAVIOLET

TUGAS AKHIR

oleh:

DEVI YANTI
12050424580

Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan tugas akhir di Pekanbaru, pada tanggal 31 Mei 2024

Petua Program Studi

Pembimbing

Wartono, M.Sc.
NIP. 19730818 200604 1 003

Irma Suryani, M.Sc.
NIP. 19850302 202821 2 033

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PENGESAHAN

KESTABILAN MODEL SEPIR PADA PENYAKIT KANKER KULIT AKIBAT PAPARAN SINAR ULTRAVIOLET

TUGAS AKHIR

oleh:

DEVI YANTI
12050424580

Telah dipertahankan di depan sidang dewan penguji
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
di Pekanbaru, pada tanggal 31 Mei 2024

Pekanbaru, 31 Mei 2024
Mengesahkan

Ketua Program Studi


Wartono, M.Sc.
NIP. 19730818 200604 1 003

DEWAN PENGUJI :

Ketua : Nilwan Andiraja, M.Sc.
Sekretaris : Irma Suryani, M.Sc.
Anggota I : Mohammad Soleh, M.Sc.
Anggota II : Wartono, M.Sc.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
2. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau adalah terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan seijin penulis dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir 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.

Saya bersedia menerima sanksi jika pernyataan ini tidak sesuai dengan yang sebenarnya.

Pekanbaru, 31 Mei 2024
Yang membuat pernyataan,




DEVI YANTI
12050424580



LEMBAR PERSEMBAHAN

Puji dan syukur penulis sampaikan kepada Allah ﷻ Subhannawata'ala Yang sudah memberikan kesehatan dan kelancaran dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini, shalawat beriringan salam tidak lupa penulis hadiahkan kepada junjungan alam, Nabi Akhir Zaman, yaitu Nabi Muhammad Shallallahu alaihi wasallam semoga kelak beliau akan memberikan syafaat nya di yaumul masyar nanti, aamiin aamiin ya rabbal a'lamin.

Kepada Ibu dan Ayah Ku (Dasril Rodhy & Sri Hendriyati)

Lembar persembahan ini aku persembahkan untuk kedua orang tua ku yang senantiasa setia menunggu penulis pulang kuliah, senantiasa dalam setiap proses mendapatkan gelar sarjana ini. Terima kasih sudah menjadikan dunia ini indah karena senyuman Ibu dan terima kasih sudah menjadikan dunia ini kuat karena kerja keras Ayah. Tiada kata yang akan ku persembahkan selain kata terima kasih sudah membesarkan ku dengan sabar. Gelar sarjana ini ku berikan sebagai langkah awal dalam membangun pondasi untuk membanggakan kedua orang tua ku, sebagaimana engkau membanggakan ku kepada orang diluar sana.

Lembaran ini pun sebagai saksi bahwasannya sarjana bisa lahir dari rahim Ibu yang sabar, pekerja keras yaitu Ibu saya, Sri hendri Yati. Tetap sehat Ibu, anak mu akan membanggakan mu kelak. Doa mu sangat mujarab sehingga aku bisa menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Ayah ku, Dasril Rodhy sehat selalu untuk dirimu. Skripsi ini pun akan menuntunku kepada gelar yang engkau inginkan selama ini. Terima kasih kerja keras mu Ayah, aku sangat bangga kepada mu.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

KESTABILAN MODEL SEPIR PADA PENYAKIT KANKER KULIT AKIBAT PAPARAN SINAR ULTRAVIOLET

DEVI YANTI
NIM:12050424580

Tanggal Sidang : 31 Mei 2024
Tanggal Wisuda :

Program Studi Matematika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

ABSTRAK

Kanker kulit merupakan suatu penyakit yang terjadi karena adanya perubahan sifat dari penyusun sel kulit normal menjadi sel kulit tidak normal, yang mana sel tersebut akan membelah menjadi bentuk yang tidak normal secara tidak terkondisikan sebab dari kerusakan DNA. Penelitian ini menguji dan menganalisis tentang kestabilan model SEPIR pada penyakit kanker kulit akibat paparan sinar ultraviolet. Populasi terbagi menjadi lima subpopulasi yaitu, rentan (S), masa laten dengan gejala awal (E), pra kanker (P), terinfeksi (I), dan sembuh dari penyakit kanker kulit (R). Berdasarkan analisis model terdapat satu titik ekuilibrium bebas penyakit kanker kulit dan satu titik ekuilibrium endemik penyakit kanker kulit serta bilangan reproduksi dasar R_0 . Hasil uji kestabilan titik ekuilibrium menggunakan kriteria nilai eigen diperoleh bahwa jika $R_0 < 1$, maka titik ekuilibrium bebas penyakit kanker kulit stabil asimtotik dan jika $R_0 > 1$ maka titik ekuilibrium endemik penyakit kanker kulit stabil asimtotik.

Kata Kunci : Kanker Kulit, SEPIR, Stabil Asimtotik.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

STABILITY OF THE SEPIR MODEL IN SKIN CANCER DUE TO EXPOSURE TO ULTRAVIOLET LIGHT

DEVI YANTI
12050424580

Date of Final Exam : May 31, 2024
Date of Graduation :

Department of Mathematics
Faculty of Science and Technology
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
Soebrantas St. No. 155 Pekanbaru - Indonesia

ABSTRACT

Skin cancer is a disease that occurs due to a change in the nature of normal skin cells into abnormal skin cells, where these cells will divide into abnormal forms in an unconditioned manner due to DNA damage. This research explains the stability of the SEPIR model in skin cancer caused by exposure to ultraviolet light. The population is divided into five subpopulations, namely, susceptible (S), latent period with early symptoms (E), pre-cancer (P), infected (I), and recovered from skin cancer (R). Based on the model analysis, there is one equilibrium point free from skin cancer and one endemic equilibrium point for skin cancer and the basic reproduction number R_0 . The results of the stability test of the equilibrium test using eigenvalue criteria that if $R_0 < 1$, then the equilibrium point free from skin cancer is asymptotically stable and if $R_0 > 1$ then the equilibrium point endemic to skin cancer is asymptotically stable.

Keywords : Skin Cancer, SEPIR, Asymptotically Stable.

- Hak Cipta Diindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.


Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Puji syukur kepada Allah Subhanahu wa ta'ala karena atas rahmat dan hidayah-Nyalah sehingga peneliti dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Kestabilan Model SEPIR Pada Penyakit Kanker Kulit Akibat Paparan Sinar Ultraviolet”. Shalawat beriringan salam tak lupa pula kita sampaikan kepada Baginda Nabi Akhir Zaman, Nabi Besar Muhammad Shallallahu alaihi wasallam, karena dengan syafa'at nya semoga kita kelak akan berjumpa di jannah nya Allah Subhanahu wa ta'ala.

Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat dorongan, bimbingan, bantuan, dan nasehat dari berbagai rekan. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga terutama kepada Ayah dan Ibunda tercinta yang selalu senantiasa mencurahkan kasih-sayang serta doa yang tiada hentinya. Kemudian kakak, abang dan adik ku yang sangat ku sayang, yang telah memberikan dukungan dan menjadi penyemangatku sehingga penulis termotivasi dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Semoga Allah Subhanahu wa ta'ala memberikan kebahagiaan dunia dan akhirat kepada kita semua. Amiin ya robbal 'alamin. Selanjutnya ucapan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Hairunas, M.Ag. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
2. Bapak Dr. Hartono, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Bapak Wartono, M.Sc. selaku Ketua Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau sekaligus sebagai Penguji II.
4. Bapak Nilwan Andiraja, M.Sc. selaku Sekretaris Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
5. Bapak Zukrianto, M.Si selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Ibu Irma Suryani, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

7. Bapak Mohammad Soleh, M.Sc. selaku Penguji I penulis, yang tak henti mencurahkan ilmunya kepada penulis.

8. Teman-teman penulis yaitu Dicky Darmawan, Okti Foureta, Mita Puding Anggraini, Maisya Sukarma, Suci Rahmadhani dan Raja Maulana yang sudah mau menyempatkan waktunya untuk menemani penulis dalam mengerjakan Laporan Tugas Akhir ini.

9. Serta seluruh elemen yang belum sempat tertuang oleh penulis di lembar kata pengantar.

Semoga semua arahan yang telah dihaturkan dapat menjadi barokah kepada kita semua serta Allah Subhanahu wa ta'ala yang hanya bisa membalasnya. Laporan Tugas Akhir ini, ditulis oleh penulis secara maksimal tanpa mengurangi semangat penulis untuk menyelesaikannya. Tetapi, tidak menutup kemungkinan terdapat banyak kesalahan mumpuni di dalam penulisan. Oleh sebab itu, semua hal kritik saran yang tidak menjatuhkan mental serta semangat penulis sangat penulis harapkan dan butuhkan agar penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik dan tepat.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Pekanbaru, 31 Mei 2024

UIN SUSKA RIAU

DEVI YANTI
12050424580

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penelitian	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Definisi Kulit.....	6
2.1.1 Struktur Anatomi Kulit Secara Histopatologik.....	6
2.2 Definisi Kanker Kulit	7
2.2.1 Epidemiologi Kanker Kulit.....	7
2.2.2 Etiologi Kanker Kulit.....	7
2.2.3 Klasifikasi Kanker Kulit	7
2.3 Model Epidemik <i>Susceptible Infected Recovery</i> (SIR)	8
2.4 Model Epidemik <i>Susceptible Exposed Infected Recovery</i> (SEIR)	9

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

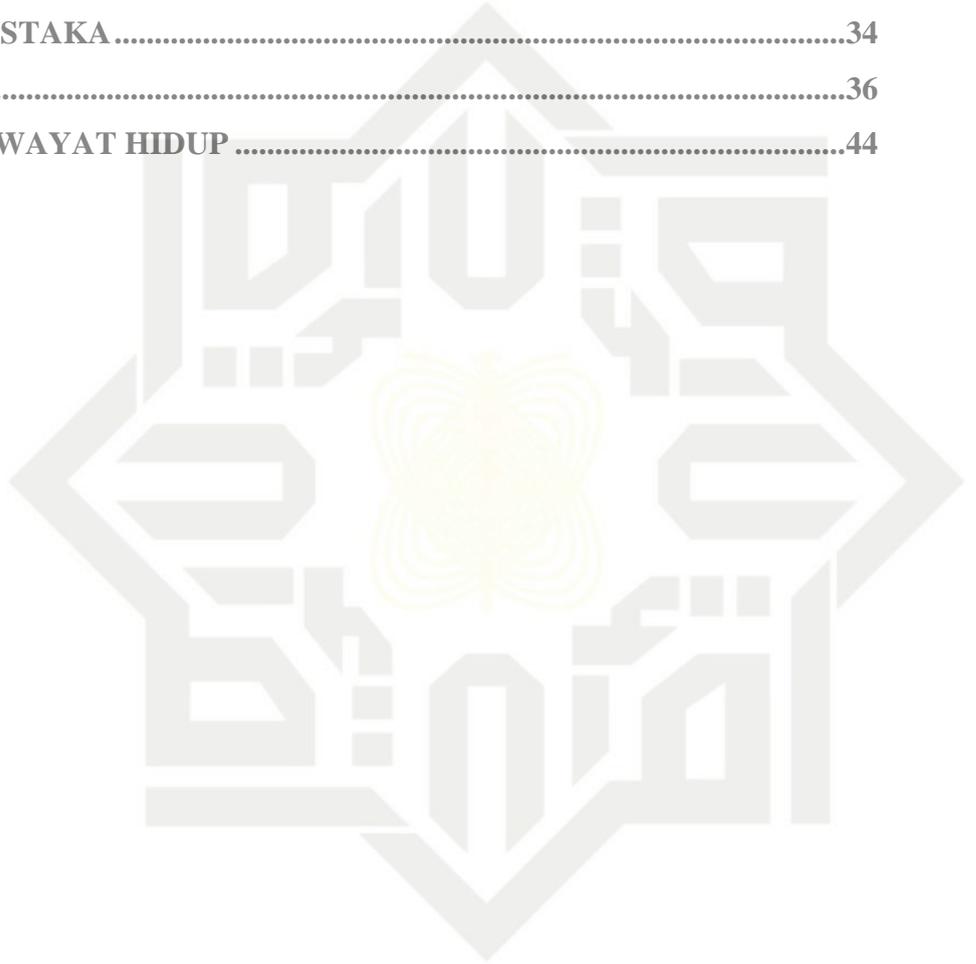
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.5	Model Matematika <i>Susceptible Infectious Viruses</i> <i>Pracancerous Cancerous</i> (SIVPC)	10
2.6	Jenis Kestabilan	10
2.7	Bilangan Reproduksi Dasar	11
BAB III METODE PENELITIAN.....		12
3.1	Metode Penelitian	12
BAB IV PEMBAHASAN.....		13
4.1	Pengembangan Model SEIR Menjadi SEPIR Pada Penyakit Kanker Kulit	13
4.1.1	Model SEPIR Pada Penyakit Kanker Kulit.....	13
4.2	Analisis Model Matematika SEPIR Pada Penyakit Kanker Kulit Akibat Paparan Sinar Ultraviolet.....	17
4.2.1	Titik Ekuilibrium Bebas Penyakit atau Titik Bebas Penyakit ($I = 0, i = 0$)	17
4.2.2	Titik Ekuilibrium Endemik	17
4.3	Penentuan Jenis Kestabilan Titik Ekuilibrium	18
4.3.1	Penentuan Jenis Kestabilan Titik Ekuilibrium Bebas Penyakit E_0	18
4.3.2	Penentuan Jenis Kestabilan Titik Ekuilibrium Endemik Penyakit E_s	20
4.4	Bilangan Reproduksi Dasar	21
4.5	Simulasi Model.....	22
4.6	Keadaan Bebas Penyakit Kanker kulit	23
4.6.1	Parameter 1	23
4.6.2	Parameter 2	24
4.6.3	Parameter 3	24
4.6.4	Parameter 4	24
4.7	Keadaan Endemik Penyakit Kanker Kulit	25
4.8	Simulasi Menggunakan Aplikasi Maple18 Untuk $R_0 < 1$	26
4.8.1	Simulasi Untuk Populasi <i>Susceptible</i>	26
4.8.2	Simulasi Untuk Populasi <i>Exposed</i>	27

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4.8.3	Simulasi Untuk Populasi <i>Infected</i>	28
4.8.4	Simulasi Untuk Populasi <i>Recovered</i>	28
4.8.5	Simulasi Untuk Populasi <i>Recovered</i>	29
4.9	Simulasi Menggunakan Aplikasi Maple18 Untuk $R_0 > 1$	30
BAB V PENUTUP.....		33
5.1	Kesimpulan.....	33
5.2	Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA.....		34
LAMPIRAN.....		36
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....		44



UIN SUSKA RIAU



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

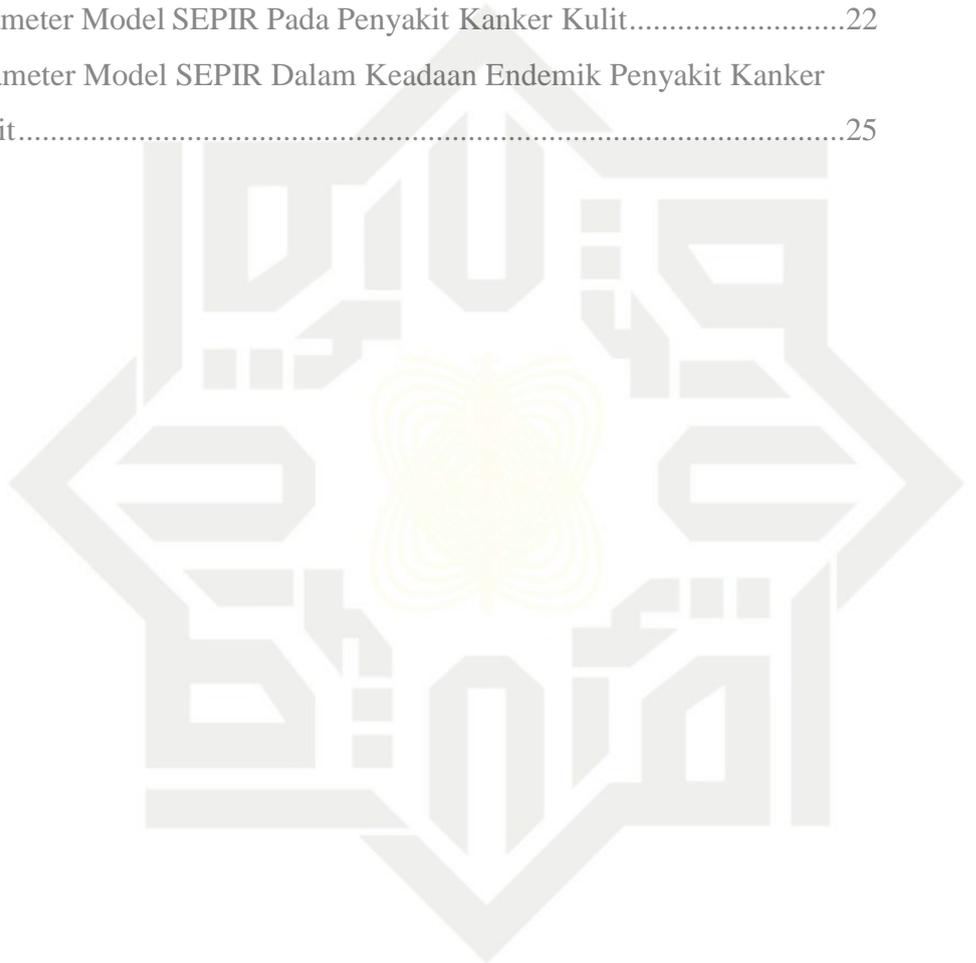
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Model Matematika SIR	9
Gambar 2.2 Skema dari Model SEIR.....	9
Gambar 2.3 Skema Model Matematika SIVPC Pada Penyakit Kanker Serviks...10	
Gambar 4.1 Skema Model Matematika SEPIR pada Kanker Kulit Akibat Paparan Sinar Ultraviolet.....	14
Gambar 4.2 Simulasi Untuk Populasi <i>Susceptible</i> Dengan $\varepsilon = 0.1, 0.5, 0.9$ dan 0.7	26
Gambar 4.3 Simulasi Untuk Populasi <i>Exposed</i>	27
Gambar 4.4 Simulasi Untuk Populasi Pra Kanker	28
Gambar 4.5 Simulasi Untuk Populasi <i>Infected</i>	28
Gambar 4.6 Simulasi Untuk Populasi <i>Recovered</i>	29
Gambar 4.7 Simulasi Untuk Populasi <i>Susceptible</i>	30
Gambar 4.8 Simulasi Untuk Populasi <i>Exposed</i>	30
Gambar 4.9 Simulasi Untuk Populasi Pra Kanker	31
Gambar 4.10 Simulasi Untuk Populasi <i>Infected</i>	31
Gambar 4.11 Simulasi Untuk Populasi <i>Recovered</i>	32

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Variabel dan Parameter yang Digunakan Pada Model	14
Tabel 4.1 Variabel dan Parameter yang Digunakan Pada Model (lanjutan)	15
Tabel 4.2 Data Awal	22
Tabel 4.3 Parameter Model SEPIR Pada Penyakit Kanker Kulit.....	22
Tabel 4.4 Parameter Model SEPIR Dalam Keadaan Endemik Penyakit Kanker Kulit.....	25



UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR SINGKATAN

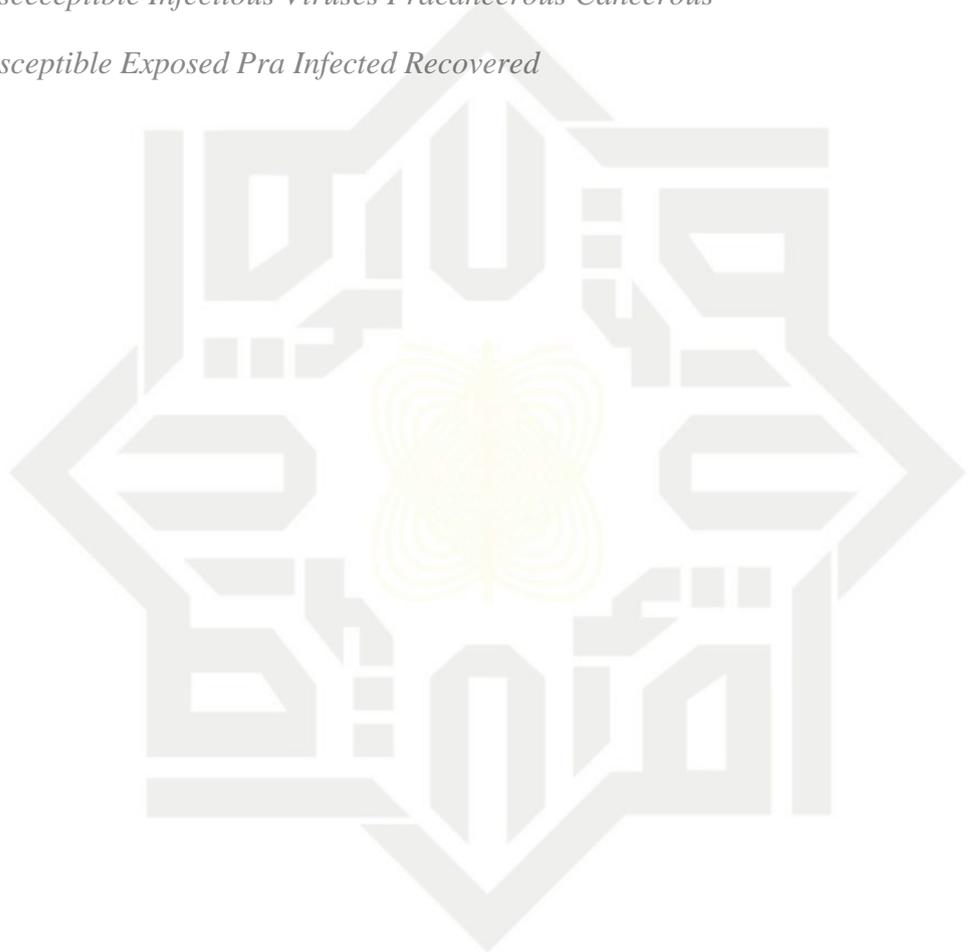
SIIR	: <i>Susceptible Infected Recovered</i>
SEIR	: <i>Susceptible Exposed Infected Recovered</i>
SIIVPC	: <i>Susceptible Infectious Viruses Pracancerous Cancerous</i>
SEPIR	: <i>Susceptible Exposed Pra Infected Recovered</i>

© Hak cipta dimiliki UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Analisis Parameter Dengan $\epsilon = 0.1$	36
Lampiran 2 Analisis Parameter Dengan $\epsilon = 0.5$	38
Lampiran 3 Analisis Parameter Dengan $\epsilon = 0.9$	40
Lampiran 4 Analisis Parameter Dengan $\epsilon = 0.7$	42



- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB I PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Salah satu penyakit yang menyebabkan kematian utama di seluruh dunia yaitu penyakit kanker. Beberapa data telah menganalisis mengenai pencapaian tingkat kematian akibat penyakit kanker ini. Salah satunya dari data GLOBOCAN, *International Agency For Research On Cancer (IARC)* tahun 2018 yang mana dari data ini kematian karena penyakit ini mencapai 9,5 juta jiwa. Kemudian, angka kematian di Asia juga mencapai tingkat yang tinggi yaitu 60%. Tinggi nya angka kematian yang disebabkan oleh penyakit kanker ini disebabkan karena faktor perilaku dan pola makan menduduki angka lebih dari 30% dimana banyak nya masyarakat masih kurang makan buah dan sayur yang sehat dan bergizi, kemudian memiliki kebiasaan sering merokok serta mengkonsumsi minuman beralkohol dan bersoda secara berlebihan secara terus menerus. Selanjutnya, menurut Riset Kesehatan Dasar tahun 2018 Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, tingkat masyarakat yang terkena kanker di Indonesia sendiri juga mengalami peningkatan yang cukup tinggi, yang mana pada tahun 2013 meningkat sebanyak 1,4 ribu penduduk kemudian di tahun 2018 naik menjadi 179 ribu penduduk [1].

Kanker Kulit merupakan istilah genetik dari suatu kelompok besar penyakit yang mana memiliki ciri khas perkembangan sel yang tidak normal kemudian juga melewati batas sehingga akan mengrogoti sekeliling sel dan akan dengan cepat meluas ke organ-organ yang lainnya. Dengan kata lain, kanker kulit merupakan suatu penyakit yang muncul karena adanya perkembangan sel yang abnormal di bagian tubuh dan seiring berjalannya waktu sel inilah yang akan berubah menjadi sel kanker di dalam tubuh. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa memang benar bahwa kanker kulit adalah penyakit yang menyebabkan kematian utama di seluruh dunia [2]. Kanker kulit memiliki beberapa jenis. Salah satu jenis penyakit kanker yang memiliki tingkat keganasan tertinggi yaitu

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

penyakit kanker kulit. Kanker kulit bahkan menempati posisi ketiga menurut hasil Rikesdas (2007) sebagai kanker terganas setelah kanker serviks dan kanker payudara yang ditemui di Indonesia [3]. Beberapa peneliti sudah melakukan penelitian yang mana kanker kulit menjadi sangat agresif kepada orang-orang berkulit putih. Hal ini pun masih diprediksi karena seringnya mereka terkena cahaya matahari, namun tidak menutup kemungkinan bahwasannya orang-orang berkulit sawo matang atau warna kulit lainnya beresiko terkena penyakit kanker jenis ini. Kanker kulit ini pun sangat berakibat fatal bagi penderita selain menyebabkan kematian jika tidak ditindak lanjuti sebagaimana Negara Indonesia memiliki tingkat paparan sinar matahari yang cukup tinggi sepanjang tahun karena terletak di sepanjang garis khatulistiwa [4].

Pemodelan matematika ini sendiri pun adalah proses mempresentasikan dan memaparkan masalah dunia nyata ke dalam bentuk matematis, yang mana terdapat komponen-komponen di suatu masalah tersebut yang akan dirumuskan ke dalam persamaan matematik, didalam persamaan matematik tersebut akan memuat komponen-komponen yang disebut variabel. Kemudian, model matematika ini juga berguna untuk menyelesaikan masalah dalam kehidupan nyata dengan mudah, salah satunya dengan simulasi yang dibuat. Model matematika ini juga dibuat berdasarkan beberapa asumsi-asumsi, kemudian akan dianalisa dan model tersebut akan di representatif ke masalah yang dibahas [5].

Ada beberapa bentuk model matematika, salah satunya bentuk SEIR yang telah dikaji oleh beberapa peneliti. Kemudian, pada masalah ini model matematika SEIR akan mempresentatitkan penyakit kanker kulit terutama akibat paparan sinar ultraviolet. Seperti pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh peneliti Syafruddin Side, dkk dalam jurnalnya yang membahas tentang Model Matematika SEIR Pada Kanker Kulit Akibat Paparan Sinar Ultraviolet Di Provinsi Sulawesi Selatan, yang mana didalam jurnal tersebut membahas penyakit kanker kulit yang dimodelkan ke dalam bentuk matematika SEIR (*Suspectable, Ekspose, Infected* dan *Recovered*), bentuk model SEIR tersebut dibentuk menjadi empat kelompok yaitu individu tidak terinfeksi namun rentan tertular penyakit

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

(S), individu yang memiliki gejala namun belum terinfeksi (E) kemudian individu yang terinfeksi oleh penyakit (I) serta individu yang sembuh dari penyakit (R).

Pada penelitian yang dilakukan [6] tersebut pun menghasilkan model matematika bentuk SEIR dengan diperoleh nilai kestabilan bilangan reproduksi dasar (R_0) < 1 maka dapat disimpulkan bahwasannya seseorang yang terinfeksi kanker kulit tidak dapat menyebabkan orang lain terkena penyakit yang sama di Provinsi tersebut. Didalam jurnal [6] gejala-gejala yang termasuk ke dalam kelompok E (*Eksposed*) atau individu yang memiliki gejala namun belum terinfeksi belum dijelaskan secara detail maka dari itu penulis ingin mengembangkan jurnal [6] yang mana pada pengembangan tersebut terdapat penambahan variabel dan parameter. Pada penambahan variabel nya terdapat penambahan variabel pra-kanker dan penambahan parameter nya yaitu α (*alfa*), didefinisikan laju individu laten menjadi individu pra-kanker. Didalam individu pra-kanker ini lah terdapat gejala tingkat dua dari masa laten (*eksposed*) yang mana pada masa pra-kanker ini dapat dinamakan juga dengan kondisi solar keratosis. Solar keratosis inilah akan menimbulkan bercak kasar dan bersisik dengan warna yang bervariasi di wajah dan tangan dikarenakan oleh paparan sinar matahari. Kemudian, penelitian ini dikuatkan dengan jurnal [3] yang menjelaskan dan memaparkan secara rinci perihal kanker kulit serta penelitian dari jurnal [5] yang membahas pemodelan SEIR secara bertahap. Selanjutnya, pada jurnal [1] juga menjelaskan perihal penambahan variabel Pra (P) pada model yang dicarakan tersebut. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dalam pengembangan jurnal [6] yang berjudul **“Kestabilan Model SEPIR Pada Penyakit Kanker Kulit Akibat Paparan Sinar Ultraviolet”**

1. Rumusan Masalah

Dari uraian diatas tersebut, oleh sebab itu rumusan masalah pada penelitian ini ialah “Bagaimana Kestabilan Model SEPIR Pada Penyakit Kanker Kulit Akibat Paparan Sinar Ultraviolet serta bagaimana nilai R_0 pada setiap nilai parameternya?”.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1.4 Batasan Masalah

Dalam Laporan Tugas Akhir ini diperlukan batasan pembahasan agar tidak terjadi pembahasan secara luas. Adapun batasan masalah dalam laporan ini yaitu:

1. Data yang digunakan merupakan data penyakit kanker kulit di Sulawesi Selatan pada jurnal Syafruddin Side, dkk yang berjudul Model Matematika SEIR Pada Penyakit Kanker Kulit Akibat Paparan Sinar Ultraviolet.
2. Pada model SEPIR ini, ditambahkan Pra gejala (P) yang disebut dengan masa Solar Keratosis, ditandai dengan bercak kasar dan bersisik dengan warna yang bervariasi.

1.5 Tujuan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah tersebut maka terdapat tujuan masalah yang akan diuraikan yaitu :

1. Untuk mengetahui kestabilan model SEPIR pada penyakit kanker kulit akibat paparan sinar ultraviolet.
2. Untuk mengetahui nilai R_0 pada setiap nilai parameternya.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaatnya yakni, mengetahui prediksi peningkatan atau tidak wabah itu dalam suatu populasi tersebut dengan melihat nilai bilangan reproduksi dasar (R_0) pada setiap parameternya serta untuk mengetahui kestabilan laju kesembuhan dari model SEPIR pada penyakit tersebut.

1.7 Sistematika Penelitian

Sistematika penulisan laporan Tugas Akhir ini terdiri dari pokok-pokok permasalahan yang diuraikan menjadi beberapa bagian yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang untuk menganalisis judul yang akan dipilih, rumusan masalah, tujuan masalah, manfaat masalah serta sistematika penelitian.

BAB II LANDASAN TEORI

Berisikan teori yang menjadi pondasi dalam masalah ini, seperti definisi kulit, struktur kulit, definisi kanker kulit, klasifikasi kanker kulit, model

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

SEIR, model SEPIR, jenis kestabilan, bilangan reproduksi dasar serta penelitian terdahulu.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi tahapan-tahapan yang akan dilakukan penulis.

BAB IV PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang pemaparan setiap tahapan pada metode penelitian untuk mendapatkan hasil seperti pada rumusan masalah.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang dilakukan oleh penulis.



UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Definisi Kulit

Kulit ialah organ tubuh yang paling luas di tubuh manusia. Kulit juga mempunyai fungsi yang sangat penting, salah satunya yaitu sebagai lapisan pelindung bagi tubuh, membantu meregulasi suhu tubuh, menghasilkan vitamin D kemudian juga sebagai indera perasa, dan lainnya yang sangat penting yaitu sebagai peran penting dalam interaksi sosial di masyarakat [7]. Kulit juga salah satu organ tubuh paling luar yang akan membantu melindungi tubuh manusia dari lingkungan sekitar. Kulit sendiri juga tersusun dari jutaan sel pada umumnya, yang pada normalnya sel-sel yang ada di dalam tubuh akan membelah lebih cepat pada masa pertumbuhan atau perkembangan sedangkan pada masa dewasa, sel-sel akan lebih banyak membelah untuk menggantikan sel-sel yang mati agar dapat menyusun kembali kerusakan jaringan [3].

2.1.1 Struktur Anatomi Kulit Secara Histopatologik

1. Lapisan kulit manusia terluar yang terdiri berdasarkan jutaan sel kulit yang disebut dengan Lapisan epidermis atau kutikel.
2. Lapisan kulit diantara epidermis dan hipodermis yang terdiri dari jaringan ikat yang padat dan melindungi tubuh dari tekanan dan ketegangan disebut juga dengan Lapisan dermis (korium, kutis vera, true skin).
3. Lapisan kulit terdalam atau disebut dengan hipodermis atau lapisan subkutan atau subkutis.
4. Adapun bagian dari lapisan epidermis yaitu stratum korneum, stratum lusidum, stratum granulosum, stratum spinosum, dan stratum basale.
5. Lapisan dermis juga terdiri dari lapisan elastik dan fibrosa padat dengan elemen-elemen selular dan foli ke rambut.
6. Kemudian, pada lapisan subkutis juga terdapat jaringan ikat longgar berisi jaringan ikat longgar berisi sel lemak didalamnya [3].

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Definisi Kanker Kulit

Kanker kulit ialah sesuatu penyakit yang terjadi karena adanya perubahan sifat dari penyusun sel kulit normal menjadi sel kulit tidak normal, yang mana sel tersebut akan membelah menjadi bentuk yang tidak normal secara tidak terkondisikan sebab dari kerusakan DNA [6].

2.1 Epidemiologi Kanker Kulit

Kanker kulit terdiri dari tiga macam yaitu karsinoma sel basal, karsinoma sel skuamosa dan melanoma maligna. Kasus insiden kematian akibat Melanoma Maligna cenderung lebih tinggi yaitu sebesar 75% kematian. Negara yang memiliki insiden kanker kulit tertinggi yaitu di Negara Australia bahkan negara Australia memiliki insiden empat kali lipat lebih tinggi dibandingkan Amerika Serikat, Inggris dan Kanada. Dan Melanoma Maligna ini juga menyerang umur 15-44 tahun di Negara Australia dan ini merupakan insiden tertinggi untuk jenis kanker kulit yang ada [3].

2.2.2 Etiologi Kanker Kulit

Resiko potensial yang akan dimiliki oleh kanker kulit yaitu adanya paparan radiasi sinar matahari secara berlebihan (ultraviolet A ataupun B), kemudian adanya luka yang tidak kunjung sembuh yang mana salah satunya luka bakar. Luka bakar ini bisa berkembang menjadi Marjolin's Ulcer yang akan berkembang menjadi Karsinoma Sel Skuamosa. Selanjutnya, disebabkan oleh gesekan, serta adanya ditemukan tahu lalat yang berukuran tidak normal yaitu lebih besar dari 20 mm yang akan dapat beresiko menjadi kanker.

2.3 Klasifikasi Kanker Kulit

Adapun beberapa klasifikasi kanker kulit sebagai berikut.

1. Karsinoma Sel Basal atau disebut juga dengan Basalioma merupakan jenis kanker kulit terbanyak, jarang menyebarkan tetapi tetap berpeluang menjadi ganas sebab dapat merusak jaringan sekitar. Jenis ini muncul karena paparan cahaya matahari. Biasanya terdapat di bagian muka. Jenis ini jarang menyebabkan kematian karena mudah diterapi melalui pembedahan dan radiasi.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Karsinoma Sel Skuamosa, berasal dari sel skuamosa yang ada di lapisan epidermis kulit. Jenis ini sering menyebar tetapi dengan tingkat penyebaran yang tidak terlalu tinggi kecuali pada bagian telinga, bibir.
3. Melanoma Maligna. Jenis ini merupakan tumor yang berasal dari melanosit. Jenis ini sangat ganas dan beresiko menyebar dengan tingkat yang sangat tinggi [3].

2.3 Model Epidemik *Susceptible Infected Recovery (SIR)*

Beberapa model matematika untuk memodelkan penyebaran penyakit antara lain : Model SIR, SIS, SEIR, SIAR. Dari model-model tersebut dapat dibuat persamaan-persamaan yang dapat mendeskripsikan keadaan-keadaan dari suatu penyebaran penyakit menular atau mewabah yang sedang dibicarakan. Dan salah satunya yaitu model SIR, yang merupakan model matematika untuk memodelkan penyebaran penyakit, bisa menggambarkan kondisi tersebut.

Di bawah ini akan diberikan contoh model SIR yang tidak menimbulkan kematian seperti jurnal yang dibahas Husni Tamrin dkk tentang model SIR penyakit tidak fatal, yang diasumsikan memiliki jumlah tetap dan dalam satu periode, dalam populasi terjadi proses kelahiran dan kematian, dengan laju kelahiran sama dengan laju kematian. Pada model ini diasumsikan bahwa individu yang lahir masuk ke kelas *susceptible* dan jumlah populasi konstan dengan S adalah proporsi individu *Susceptible*, I adalah proporsi individu *Infected* dan R adalah proporsi individu *Recovered*. Sehingga jumlah proporsi $S + I + R = 1$.

Asumsi-asumsi pada model:

1. Populasi tertutup (tidak ada proses migrasi).
2. Dalam populasi terjadi proses kelahiran dan kematian dengan laju kelahiran dan kematian sama, dan dinyatakan dengan $\mu > 0$.
3. Penyakit dapat disembuhkan.
4. Setiap individu yang belum terserang penyakit masuk ke subpopulasi *susceptible* (rentan terserang).
5. Laju penularan penyakit dari *susceptible* menjadi *infected* adalah konstan, dan dinyatakan dengan $\beta > 0$.

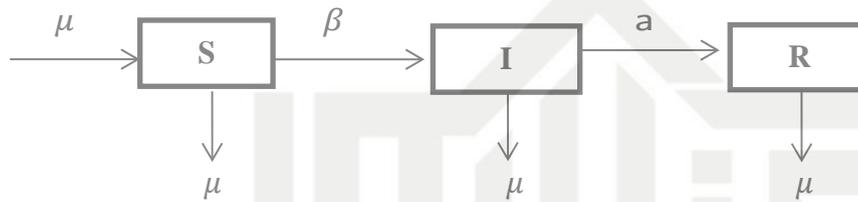
Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Laju kesembuhan penyakit dari *Infected* menjadi *recovered* adalah konstan, dan dinyatakan dengan $a > 0$.

Individu yang sembuh mempunyai kekebalan tubuh (imunitas).

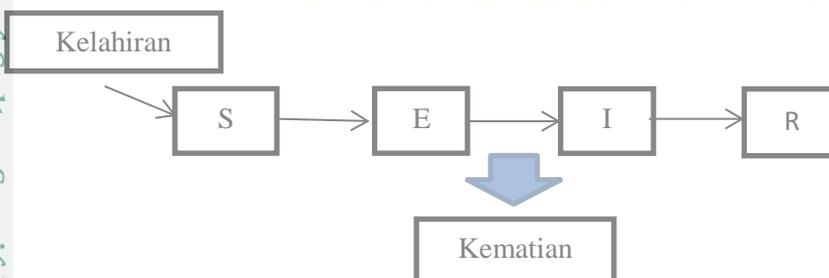
Berdasarkan asumsi-asumsi di atas, maka didapat diagram alir model SIR seperti gambar di bawah ini [8].



Gambar 2.1 Skema Model Matematika SIR

2.4 Model Epidemik *Susceptible Exposed Infected Recovery* (SEIR)

Dalam dewasa ini, beberapa penyakit mengalami beberapa fase, salah satunya fase laten atau terbuka, fase ini dapat dikatakan bahwasannya individu akan dikatakan mengalami infeksi tetapi tidak menularkan penyakit tersebut. Sebagai contoh, penyakit campak. Penyakit campak memiliki suatu jangka waktu untuk dikatakan terkena penyakit tersebut yaitu dalam jangka waktu 7-8 hari, tetapi dalam jangka tersebut, virus terus berkembang biak di dalam tubuh. Dalam waktu ini lah , individu tersebut akan merasakan batuk dan demam ringan sebagai salah satu bentuk awal virus berkembang dan individu dapat dikatakan terinfeksi dan menular. Oleh karena itulah diperlukan gambaran situasi perkembangan yang terjadi pada penyakit tersebut, yakni dengan menambahkan masa laten atau terpapar penyakit yang diperbincangkan tersebut. Pada bagian inilah, model SEIR akan digambarkan dengan termasuk kelahirannya didalam model tersebut kedalam persamaan diferensial sebagai berikut [9].



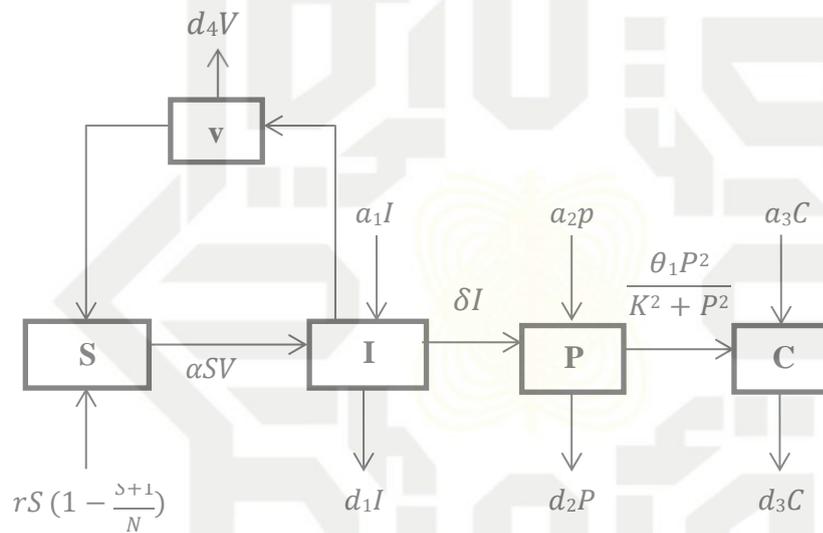
Gambar 2.2 Skema dari Model SEIR

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Model Matematika *Susceptible Infectious Viruses Precancerous Cancerous (SIVPC)*

Dalam Model ini terdapat lima sub populasi pada penyakit yang dibicarakan yaitu penyakit kanker serviks. Pada model ini terdapat subpopulasi sel rentan (*Susceptible*), subpopulasi sel terinfeksi (*Infectious*), subpopulasi virus kanker serviks (*Viruses*), subpopulasi pra-kanker (*Precancerous*), dan subpopulasi kanker (*Cancerous*). Berikut skema model matematika SIVPC pada penyakit kanker serviks



Gambar 2. 3 Skema Model Matematika SIVPC Pada Penyakit Kanker Serviks

Jenis Kestabilan

Dalam menentukan stabilitas dari titik kritis (0,0) dari sistem linier maupun sistem non-linier dapat dilihat dari ketentuan-ketentuan dibawah ini.

1. Jika kedua akar persamaan karakteristiknya real, negatif atau kompleks sekawan maka titik kritis (0,0) nya stabil asimtotik.
 2. Kemudian, jika akar persamaan karakteristik keduanya imajiner maka stabil pada sistem linier tetapi bukan titik stabil pada non-linier.
 3. Selanjutnya, jika akar-akar salah satu ada yang real dan positif atau akar sekawan dengan real positif maka tidak stabil pada sistem tersebut [6].
- Apapun Teorema yang memperkuat ketentuan diatas yaitu sebagai berikut:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Teorema 2.1

- a. Jika semua nilai eigen dari matriks Jacobian $J(f(x))$ mempunyai bagian real negative, maka titik ekuilibrium stabil asimtotik.
- b. Jika terdapat nilai eigen dari matriks Jacobian $J(f(x))$ mempunyai bagian real positif, maka titik ekuilibrium tidak stabil [10].

2.7 Bilangan Reproduksi Dasar

Bilangan reproduksi dasar (R_0) yaitu jumlah rata-rata individu yang terinfeksi yang mana disebabkan oleh satu individu terinfeksi selama masa infeksi dalam keseluruhan populasi rentan. Adapun beberapa ketentuan dalam bilangan reproduksi dasar ini yaitu, jika $R_0 < 1$ dapat diartikan bahwasanya penyakit akan menghilang. Kemudian, jika $R_0 > 1$, maka penyakit akan meningkat menjadi wabah, jika $R_0 = 1$ maka penyakit akan menetap (endemis) [9]. Adapun Teorema yang memperkuat ketentuan diatas yaitu sebagai berikut:

Teorema 2.2

- a. Jika $R_0 < 1$ maka titik kesetimbangan bebas penyakit E_0 stabil asimtotik dengan artian penyakit akan menghilang.
- b. Jika $R_0 > 1$ maka titik kesetimbangan endemik penyakit E_s stabil asimtotik dengan artian penyakit tersebut akan mewabah [11].

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Bagian ini memuat tahapan-tahapan untuk penelitian ini. Berikut adalah tahapan yang dilakukan pada penelitian:

1) Pertimbangkan kembali model pada jurnal Syafruddin Side, dkk [6] yang akan dikembangkan. Adapun model dari jurnal [5] sebagai berikut.

$$\frac{dS}{dt} = \mu_1 N - \mu_2 S - \beta S,$$

$$\frac{dE}{dt} = \beta S - \mu_2 E - \gamma E,$$

$$\frac{dI}{dt} = \gamma E - \mu_2 I - \varepsilon I,$$

$$\frac{dR}{dt} = \varepsilon I - \mu_2 R,$$

dengan $N(t) = S(t) + E(t) + I(t) + R(t)$

2. Tentukan asumsi dan definisikan parameter yang akan ditambahkan atau dikembangkan pada model [6] pada penyakit kanker kulit yaitu Pra Kanker (P), dan parameternya α .

3) Analisis model SEPIR dengan langkah sebagai berikut.

- a) Tentukan titik ekuilibrium/titik kesetimbangan dari model yang didapat.
- b) Analisis hasil kestabilan titik ekuilibrium/titik kesetimbangan tersebut.
- c) Tentukan bilangan reproduksi dasar (R_0)

4) Simulasi model SEPIR menggunakan *software* Maple18

5) Kesimpulan

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB V PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dalam model SEPIR pada kanker kulit akibat paparan sinar ultraviolet ini memiliki dua titik ekuilibrium yaitu titik ekuilibrium bebas penyakit E_0 dan titik ekuilibrium endemik penyakit E_s . Kemudian untuk kestabilan pada titik ekuilibrium bebas penyakit E_0 stabil asimtotik dan titik ekuilibrium endemik penyakit E_s stabil asimtotik pula.
2. Adapun nilai R_0 di setiap parameternya pada keadaan bebas penyakit E_0 stabil asimtotik jika $R_0 < 1$ sedangkan untuk titik kesetimbangan endemik penyakit E_s stabil asimtotik jika $R_0 > 1$, dapat dinyatakan bahwasannya semakin besar laju kesembuhan ε pada setiap individu yang terinfeksi maka pada kelas *recovered* semakin meningkat karena adanya pengobatan yang dilakukan dan sebaliknya pada kelas *infected* akan mengalami penurunan.

Saran

Bagi penulis selanjutnya disarankan untuk menggunakan model SEPIR ini pada penyakit lain nya bertujuan untuk mengembangkan model yang sudah disajikan oleh penulis. Kemudian, penulis selanjutnya dapat menambahkan variabel atau parameter baru dari model SEPIR ini jika dimungkinkan.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR PUSTAKA

- A. M. Hidayatika dan T. S. N. Asih, Pemodelan Matematika Perkembangan Kanker Serviks Dengan Treatment Radioterapi, *Jurnal PRISMA (Prosiding Seminar Nasional Matematika)*, vol.4, halaman 727-735, 2021.
- F. H. Sulaiman, K. Yulianti, dan H. Serviana, Model Matematika Terapi Kanker Menggunakan Kemoterapi, Imunoterapi Dan Biochemotherapy, *Jurnal EurekaMatika*, vol. 7, halaman 1–10, 2019.
- M. P. Hendaria, A. Asmarajaya, dan S. Maliawan, Kanker kulit, *Jurnal SMF Ilmu Bedah Fakultas Kedokteran Universitas Udayana*, halaman 1–17, 2013.
- N. Wedayani dan D. Hidajat, Edukasi Tentang Pengenalan Tanda Gejala, Pencegahan Dan Penanganan Kanker Kulit Sebagai Dampak Paparan Sinar Matahari Dan Penggunaan Kosmetik Berbahan Kimia Berbahaya di Poli Kulit Rumah Sakit Akademik Universitas Mataram, *Jurnal Pengabd. Magister Pendidik IPA*, vol. 5, halaman 223–226, 2022.
- S. Side, W. Sanusi, dan N. A. Bohari, Pemodelan Matematika SEIR Penyebaran Penyakit Pneumonia Pada Balita Dengan Pengaruh Vaksinasi Di Kota Makassar, *Jurnal Math. Comput. Stat*, vol. 4, halaman 1–12, 2021.
- S. Side, A. Zaki, dan N. Rahmasari, Model Matematika SEIR Pada Kanker Kulit Akibat Paparan Sinar Ultraviolet Di Provinsi Sulawesi Selatan, *Journal Of Mathematics, Computations, and Statistics*, vol.4, halaman 76-87, 2021.
- F. Shoviantari dan L. Agustina, Penyuluhan Pencegahan Kanker Kulit Dengan Penggunaan Tabir Surya, *Journal Community Engagem. Empower*, vol. 3, halaman 40-46, 2021.
- L. Darlina, Kestabilan Titik Equilibrium Model SIR Penyakit Fatal Dengan Migrasi, *Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau*, halaman 1-40, 2012.
- Y. M. Rangkuti dan S. Side, Solusi Numerik Pemodelan Matematika SIR dan SEIR untuk Penularan Demam Berdarah dengan Metode Semi Analitik di Sulawesi Selatan, *Repository Universitas Negeri Medan*, halaman 1-89, 2013.
- I. Suryani dan F. Ariad, Analisis Kestabilan Model Seirs Pada Penyebaran Penyakit Flu Singapura (Hand, Foot And Mouth Disease) Dengan Saturated Incidence Rate, *Jurnal Sains Mat. dan Stat.*, vol. 4, halaman 63–73, 2017.

T. Syamsuddin, Khaeruddin dan A.R.Mansyur, Model SIR Untuk Penyebaran Penyakit Flu Burung, *Jurnal Matematika, Statistika dan Komputasi*, vol.10, halaman 1-10, 2014.



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Analisis Parameter Dengan $s = 0.1$

- > *restart : with(plots) : with(DEtools) :*
- > *a := 0.083 :*
- > *b := 0.083 :*
- > *c := 0.000022 :*
- > *d := 0.98 :*
- > *e := 0.97 :*
- > *f := 0.1 :*
- > *de1 := diff(X(t), t) = a - b·X(t) - c·X(t);*

$$de1 := \frac{d}{dt} X(t) = 0.083 - 0.083022 X(t)$$
- > *de2 := diff(Y(t), t) = c·X(t) - b·Y(t) - d·Y(t);*

$$de2 := \frac{d}{dt} Y(t) = 0.000022 X(t) - 1.063 Y(t)$$
- > *de3 := diff(Z(t), t) = d·Y(t) - b·Z(t) - e·Z(t);*

$$de3 := \frac{d}{dt} Z(t) = 0.98 Y(t) - 1.053 Z(t)$$
- > *de4 := diff(W(t), t) = e·Z(t) - b·W(t) - f·W(t);*

$$de4 := \frac{d}{dt} W(t) = 0.97 Z(t) - 0.183 W(t)$$
- > *de5 := diff(Q(t), t) = f·W(t) - b·W(t);*

$$de5 := \frac{d}{dt} Q(t) = 0.017 W(t)$$
- > *inits := [X(0) = 8818990, Y(0) = 98, Z(0) = 95, W(0) = 188, Q(0) = 129] :*
- > *myopts := stepsize = 0.1 :*
- > *plot1 := DEplot([de1, de2, de3, de4, de5], [X(t), Y(t), Z(t), W(t), Q(t)], t = 0..30, [inits], scene = [t, X], arrows = none, myopts) :*
- > *plot2 := DEplot([de1, de2, de3, de4, de5], [X(t), Y(t), Z(t), W(t), Q(t)], t = 0..30, [inits], scene = [t, Y], linecolor = red, arrows = none, myopts, linecolor = red) :*
- > *plot3 := DEplot([de1, de2, de3, de4, de5], [X(t), Y(t), Z(t), W(t), Q(t)], t = 0..30, [inits], scene = [t, Z], linecolor = black, arrows = none, myopts, linecolor = black) :*

- $plot4 := DEplot([de1, de2, de3, de4, de5], [X(t), Y(t), Z(t), W(t), Q(t)], t = 0..30, [inits], scene = [t, W], linecolor = blue, arrows = none, myopts, linecolor = blue) :$
- $plot5 := DEplot([de1, de2, de3, de4, de5], [X(t), Y(t), Z(t), W(t), Q(t)], t = 0..30, [inits], scene = [t, Q], linecolor = brown, arrows = none, myopts, linecolor = brown) :$
- $display(plot1, plot2, plot3, plot4, plot5);$



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Lampiran 2 Analisis Parameter Dengan $s = 0.5$

```

> restart : with(plots) : with(DEtools) :
> a := 0.083 :
> b := 0.083 :
> c := 0.000022 :
> d := 0.98 :
> e := 0.97 :
> f := 0.5 :
> de1 := diff(X(t), t) = a - b·X(t) - c·X(t);
de1 :=  $\frac{d}{dt} X(t) = 0.083 - 0.083022 X(t)$ 
> de2 := diff(Y(t), t) = c·X(t) - b·Y(t) - d·Y(t);
de2 :=  $\frac{d}{dt} Y(t) = 0.000022 X(t) - 1.063 Y(t)$ 
> de3 := diff(Z(t), t) = d·Y(t) - b·Z(t) - e·Z(t);
de3 :=  $\frac{d}{dt} Z(t) = 0.98 Y(t) - 1.053 Z(t)$ 
> de4 := diff(W(t), t) = e·Z(t) - b·W(t) - f·W(t);
de4 :=  $\frac{d}{dt} W(t) = 0.97 Z(t) - 0.583 W(t)$ 
> de5 := diff(Q(t), t) = f·W(t) - b·W(t);
de5 :=  $\frac{d}{dt} Q(t) = 0.417 W(t)$ 
> inits := [X(0) = 8818990, Y(0) = 98, Z(0) = 95, W(0) = 188, Q(0) = 129] :
> myopts := stepsize = 0.1 :
>
plot1 := DEplot([de1, de2, de3, de4, de5], [X(t), Y(t), Z(t), W(t), Q(t)], t = 0..30, [inits],
scene = [t, X], arrows = none, myopts) :
>
plot2 := DEplot([de1, de2, de3, de4, de5], [X(t), Y(t), Z(t), W(t), Q(t)], t = 0..30, [inits],
scene = [t, Y], linecolor = red, arrows = none, myopts, linecolor = red) :

```

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

```

>
plot3 := DEplot([de1, de2, de3, de4, de5], [X(t), Y(t), Z(t), W(t), Q(t)], t = 0 ..30, [inits],
  scene = [t, Z], linecolor = black, arrows = none, myopts, linecolor = black) :

>
plot4 := DEplot([de1, de2, de3, de4, de5], [X(t), Y(t), Z(t), W(t), Q(t)], t = 0 ..30, [inits],
  scene = [t, W], linecolor = blue, arrows = none, myopts, linecolor = blue) :

>
plot5 := DEplot([de1, de2, de3, de4, de5], [X(t), Y(t), Z(t), W(t), Q(t)], t = 0 ..30, [inits],
  scene = [t, Q], linecolor = brown, arrows = none, myopts, linecolor = brown) :

> display(plot1, plot2, plot3, plot4, plot5);

```

Lampiran 3 Analisis Parameter Dengan $s = 0.9$

```

> restart : with(plots) : with(DEtools) :
> a := 0.083 :
> b := 0.083 :
> c := 0.000022 :
> d := 0.98 :
> e := 0.97 :
> f := 0.9 :
> de1 := diff(X(t), t) = a - b·X(t) - c·X(t);
de1 :=  $\frac{d}{dt} X(t) = 0.083 - 0.083022 X(t)$ 
> de2 := diff(Y(t), t) = c·X(t) - b·Y(t) - d·Y(t);
de2 :=  $\frac{d}{dt} Y(t) = 0.000022 X(t) - 1.063 Y(t)$ 
> de3 := diff(Z(t), t) = d·Y(t) - b·Z(t) - e·Z(t);
de3 :=  $\frac{d}{dt} Z(t) = 0.98 Y(t) - 1.053 Z(t)$ 
> de4 := diff(W(t), t) = e·Z(t) - b·W(t) - f·W(t);
de4 :=  $\frac{d}{dt} W(t) = 0.97 Z(t) - 0.983 W(t)$ 
> de5 := diff(Q(t), t) = f·W(t) - b·Q(t);
de5 :=  $\frac{d}{dt} Q(t) = 0.817 W(t)$ 
> inits := [X(0) = 8818990, Y(0) = 98, Z(0) = 95, W(0) = 188, Q(0) = 129] :
> myopts := stepsize = 0.1 :
>
plot1 := DEplot([de1, de2, de3, de4, de5], [X(t), Y(t), Z(t), W(t), Q(t)], t = 0..30, [inits],
scene = [t, X], arrows = none, myopts) :
>
plot2 := DEplot([de1, de2, de3, de4, de5], [X(t), Y(t), Z(t), W(t), Q(t)], t = 0..30, [inits],
scene = [t, Y], linecolor = red, arrows = none, myopts, linecolor = red) :

```

- Hak Cipta Diindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

```

>
plot3 := DEplot([de1, de2, de3, de4, de5], [X(t), Y(t), Z(t), W(t), Q(t)], t = 0 ..30, [inits],
  scene = [t, Z], linecolor = black, arrows = none, myopts, linecolor = black) :

>
plot4 := DEplot([de1, de2, de3, de4, de5], [X(t), Y(t), Z(t), W(t), Q(t)], t = 0 ..30, [inits],
  scene = [t, W], linecolor = blue, arrows = none, myopts, linecolor = blue) :

>
plot5 := DEplot([de1, de2, de3, de4, de5], [X(t), Y(t), Z(t), W(t), Q(t)], t = 0 ..30, [inits],
  scene = [t, Q], linecolor = brown, arrows = none, myopts, linecolor = brown) :

> display(plot1, plot2, plot3, plot4, plot5);

```

Lampiran 4 Analisis Parameter Dengan $s = 0.7$

```

> restart : with(plots) : with(DEtools) :
> a := 0.083 :
> b := 0.083 :
> c := 0.000022 :
> d := 0.98 :
> e := 0.97 :
> f := 0.7 :
> de1 := diff(X(t), t) = a - b·X(t) - c·X(t);
de1 :=  $\frac{d}{dt} X(t) = 0.083 - 0.083022 X(t)$ 
> de2 := diff(Y(t), t) = c·X(t) - b·Y(t) - d·Y(t);
de2 :=  $\frac{d}{dt} Y(t) = 0.000022 X(t) - 1.063 Y(t)$ 
> de3 := diff(Z(t), t) = d·Y(t) - b·Z(t) - e·Z(t);
de3 :=  $\frac{d}{dt} Z(t) = 0.98 Y(t) - 1.053 Z(t)$ 
> de4 := diff(W(t), t) = e·Z(t) - b·W(t) - f·W(t);
de4 :=  $\frac{d}{dt} W(t) = 0.97 Z(t) - 0.783 W(t)$ 
> de5 := diff(Q(t), t) = f·W(t) - b·Q(t);
de5 :=  $\frac{d}{dt} Q(t) = 0.617 W(t)$ 
> inits := [X(0) = 8818990, Y(0) = 98, Z(0) = 95, W(0) = 188, Q(0) = 129] :
> myopts := stepsize = 0.1 :
>
plot1 := DEplot([de1, de2, de3, de4, de5], [X(t), Y(t), Z(t), W(t), Q(t)], t = 0..30, [inits],
scene = [t, X], arrows = none, myopts) :
>
plot2 := DEplot([de1, de2, de3, de4, de5], [X(t), Y(t), Z(t), W(t), Q(t)], t = 0..30, [inits],
scene = [t, Y], linecolor = red, arrows = none, myopts, linecolor = red) :

```

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

```

>
plot3 := DEplot([de1, de2, de3, de4, de5], [X(t), Y(t), Z(t), W(t), Q(t)], t = 0 ..30, [inits],
  scene = [t, Z], linecolor = black, arrows = none, myopts, linecolor = black) :

>
plot4 := DEplot([de1, de2, de3, de4, de5], [X(t), Y(t), Z(t), W(t), Q(t)], t = 0 ..30, [inits],
  scene = [t, W], linecolor = blue, arrows = none, myopts, linecolor = blue) :

>
plot5 := DEplot([de1, de2, de3, de4, de5], [X(t), Y(t), Z(t), W(t), Q(t)], t = 0 ..30, [inits],
  scene = [t, Q], linecolor = brown, arrows = none, myopts, linecolor = brown) :

> display(plot1, plot2, plot3, plot4, plot5);

```

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Devi Yanti, lahir di Pekanbaru, 30 Mei 2001 merupakan anak ke empat dari lima bersaudara yang berasal dari pasangan suami istri dari Bapak Dasril Rodhy dan Ibu Sri Hendri Yati yang beralamat di Jalan Padat Karya Perumahan Panorama Indraloka Blok M1, Kecamatan Tenayan Raya Kota Pekanbaru Provinsi Riau. Adapun perjalanan dalam menempuh pendidikan formal penulis sebagai berikut:

Pada tahun 2018, penulis memasuki pendidikan Sekolah Dasar Negeri (SDN) 133 Kota Pekanbaru Provinsi Riau dan menyelesaikan pendidikan SD pada tahun 2014. Pada tahun 2014, penulis memasuki pendidikan Sekolah Menengah Pertama Negeri 09 Kota Pekanbaru Provinsi Riau dan menyelesaikan pendidikan SMP pada tahun 2017. Kemudian, pada tahun 2017 penulis memasuki Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) 11 Kota Pekanbaru Provinsi Riau dan menyelesaikan pendidikan SMA pada tahun 2020. Selanjutnya, pada tahun 2020 penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Universitas Islam Sultan Syarif Kasim Riau, Program Studi Matematika.