



**MODEL MATEMATIKA PENYAKIT KANKER SERVIKS AKIBAT
INFEKSI *HUMAN PAPILLOMAVIRUS* DENGAN KOMPARTEMEN SIUC**

SKRIPSI

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

**Oleh:
LENNY AULIA
NIM. 1811011220019**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

Model Matematika Penyakit Kanker Serviks Akibat Infeksi *Human Papillomavirus* dengan Kompartemen SIUC

Oleh:
Lenny Aulia
1811011220019


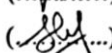
telah dipertahankan di depan Dosen Penguji pada tanggal 08 Maret 2024.
Susunan Dosen Penguji:

Pembimbing I



Drs. Faisal, M.Si.
NIP.196309021992031001

Dosen Penguji:

1. Yuni Yulida, S.Si., M.Sc. ()
2. Hermei Lissa, S.Pd., M.Si. ()

Pembimbing II



Aprida Siska Lestia, S.Si., M.Si.
NIP.198804202014042001



di Banjarbaru, 22 Maret 2024

oleh Pardi Affandi, S.Si., M.Sc.

Pardi Affandi, S.Si., M.Sc.
NIP.197806112005011001

PERNYATAAN

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

Banjarbaru, 25 Maret 2024



Lenny Aulia
NIM 1811011220019

ABSTRAK

MODEL MATEMATIKA PENYAKIT KANKER SERVIKS AKIBAT INFEKSI *HUMAN PAPILLOMAVIRUS* DENGAN KOMPARTEMEN SIUC
(Oleh: Lenny Aulia, Pembimbing: Faisal, Aprida Siska Lestia, 2024; 34 halaman)

Human Papillomavirus (HPV) merupakan salah satu virus yang dapat ditularkan melalui hubungan seksual atau kontak langsung dengan individu yang terinfeksi. Terdapat dua tipe HPV yang mempunyai resiko tinggi menjadi penyebab kanker serviks yaitu HPV-16 dan HPV-18. Proses perubahan jumlah populasi pada infeksi HPV dan kanker serviks dapat dimodelkan secara matematika menggunakan model matematika epidemiologi dengan kompartemen SIUC (*Susceptible, Infected, Uncancer, Cancer*). Tujuan dari penelitian ini adalah menjelaskan terbentuknya model matematika SIUC, menentukan titik ekuilibrium, menganalisa kestabilan di titik ekuilibrium serta menentukan solusi numerik dengan menggunakan metode Runge-Kutta Orde Empat. Penelitian ini dilakukan berdasarkan asumsi-asumsi yang digunakan untuk proses pembentukan model SIUC. Hasil dari penelitian ini adalah terbentuknya Model SIUC, berdasarkan model tersebut diperoleh titik ekuilibrium endemik. Kemudian, hasil analisis kestabilan di titik ekuilibrium adalah stabil asimtotik lokal. Simulasi numerik disajikan untuk menunjukkan solusi numerik dan mendukung penjelasan tentang analisis kestabilan model menggunakan metode Runge-Kutta Orde Empat dengan parameter yang memenuhi syarat kestabilan.

Kata Kunci: *Human Papillomavirus* (HPV), Kanker Serviks, Model SIUC, Analisis Kestabilan.

ABSTRACT

MATHEMATICAL MODEL OF CERVICAL CANCER CAUSED BY HUMAN PAPILLOMAVIRUS INFECTION WITH SIUC COMPARTMENTS (By: Lenny Aulia, Advisor: Faisal, Aprida Siska Lestia, 2024; 34 pages)

Human Papillomavirus (HPV) is a virus that can be transmitted through sexual intercourse or direct contact with an infected individual. There are two types of HPV which pose a high risk of causing cervical cancer, those are HPV-16 and HPV-18. The process of population changes in HPV infection and cervical cancer can be mathematically modeled using an epidemiological mathematical model with SIUC compartments (Susceptible, Infected, Uncancer, Cancer). The aim of this research is to explain the formation of the SIUC mathematical model, determine the equilibrium points, analyze stability at the equilibrium points, and determine numerical solutions using the fourth-order Runge-Kutta method. This study is conducted based on assumptions used in the process of forming the SIUC model. The results of this research is the formation of the SIUC model, an endemic equilibrium point is obtained based on this model. Subsequently, the stability analysis at the equilibrium point indicates local asymptotic stability. Numerical simulations are presented to demonstrate numerical solutions and support the explanation of the stability analysis of the model using the fourth-order Runge-Kutta method with parameters that satisfy stability conditions.

Keywords: Human Papillomavirus (HPV), Cervical Cancer, SIUC Model, Stability Analysis.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah *subhanahu wa ta'ala* karena berkat rahmat dan hidayah-NYA jua lah penulis masih diberikan nikmat kemudahan dan kelancaran sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Model Matematika Kanker Serviks Akibat Infeksi *Human Papillomavirus* dengan kompartmen SIUC”. Shalawat serta salam tak lupa tercurah kepada junjungan Nabi Muhammad *sallallahu 'alaihi wa sallam* beserta para keluarga, sahabat, serta pengikut beliau hiangga akhir zaman.

Penulisan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat. Penulis menyadari penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penelitian ini, khususnya kepada:

1. Bapak Drs. Abdul Gafur, M.Si., M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat.
2. Bapak Pardi Affandi, S.Si., M.Sc. selaku Koordinator Program Studi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat.
3. Bapak Drs. Faisal, M.Si dan Ibu Aprida Siska Lestia, S.Si., M.Si selaku dosen pembimbing I dan pembimbing II yang telah memberikan saran, bimbingan, arahan, petunjuk, serta nasihat dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Ibu Yuana Sukmawaty, S.Si., M.Si. dan Ibu Aprida Siska Lestia, S.Si. selaku dosen akademik yang telah memberikan bimbingan dan motivasi selama perkuliahan hingga skripsi.
5. Ibu Yuni Yulida, S.Si., M.Sc. dan Ibu Hermei Lissa, S.Pd., M.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan untuk perbaikan dalam menyelesaikan skripsi ini.

6. Bapak dan Ibu dosen yang mengajar di Program Studi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat.
7. Bapak Hadimi, S.Pd dan Ibu Tutut Sujati, S.Pd selaku orang tua. Awaludin Fajar, S.Si selaku kaka serta Renny Amelia, S.Pd selaku saudara kembar yang selalu memberikan dukungan baik moril maupun material selama menyelesaikan perkuliahan.
8. Jubaidah yang selalu memberikan dukungan dan doa selama menyelesaikan perkuliahan.
9. Muhammad Ahsanul Fitri, S.T. selaku suami tercinta yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi dan doa selama penulisan skripsi ini.
10. Muhammad Anshar, S.Mat. dan Ummi Luthfiyah Nor Azizah selaku teman seperjuangan yang cukup berperan dalam memberikan masukan dan bantuan selama proses penyelesaian penulisan skripsi ini.
11. Usie Puspitasari, M.Pd., Marlina, S.Pd., Rahmatullah., ST., Muhammad Dimas Prasetyo, A.Md. Ak. Selaku teman-teman yang selalu memberikan dukungan, dorongan, semangat, dan doa bagi penulis sehingga skripsi ini selesai.
12. *Last but not least. I thank myself for fighting hard so far and not giving up on what is difficult.*
13. Semua pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang ikut berperan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Atas semua yang mereka lakukan, semoga Allah *subhanahu wa ta'ala* membalas segala amal baiknya.

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih jauh dari sempurna mengingat keterbatasan kemampuan penulis, keterampilan dan pengalaman yang masih jauh sangat terbatas. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun akan penulis perhatikan demi lebih baiknya skripsi ini. Penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Banjarbaru, 25 Maret 2024



Lenny Aulia
NIM. 1811011220019

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

- $S(t)$: Jumlah populasi perempuan yang rentan terinfeksi HPV (*Susceptible*) pada saat t .
- $I(t)$: Jumlah populasi perempuan terinfeksi HPV (*Infected*) pada saat t .
- $U(t)$: Jumlah populasi perempuan yang terinfeksi HPV dan tidak berlanjut ke kanker serviks (*Uncancer*) pada saat t .
- $C(t)$: Jumlah populasi perempuan yang terinfeksi HPV dan berlanjut ke kanker serviks (*Cancer*) pada saat t .
- $N(t)$: Total populasi perempuan pada saat t , $N(t) = S(t) + I(t) + U(t) + C(t)$.
- $\frac{dS}{dt}$: Perubahan jumlah populasi perempuan yang rentan terinfeksi HPV terhadap waktu.
- $\frac{dI}{dt}$: Perubahan jumlah populasi perempuan yang terinfeksi HPV terhadap waktu.
- $\frac{dU}{dt}$: Perubahan jumlah populasi perempuan yang terinfeksi HPV dan tidak berlanjut ke kanker serviks terhadap waktu.
- $\frac{dC}{dt}$: Perubahan jumlah populasi perempuan yang terinfeksi HPV dan berlanjut ke kanker serviks terhadap waktu.
- s : Proporsi populasi perempuan yang rentan terinfeksi HPV.
- i : Proporsi populasi perempuan yang terinfeksi HPV.
- u : Proporsi populasi perempuan yang terinfeksi HPV dan tidak berlanjut ke kanker serviks.
- c : Proporsi populasi perempuan yang terinfeksi HPV dan berlanjut ke kanker serviks.
- $\frac{ds}{dt}$: Perubahan proporsi populasi perempuan yang rentan terinfeksi HPV.
- $\frac{di}{dt}$: Perubahan proporsi populasi perempuan yang terinfeksi HPV.
- $\frac{du}{dt}$: Perubahan proporsi populasi perempuan yang terinfeksi HPV dan tidak berlanjut ke kanker serviks.

- $\frac{dc}{dt}$: Perubahan proporsi populasi perempuan yang terinfeksi HPV dan berlanjut ke kanker serviks.
- b : Laju kelahiran dalam populasi.
- β : Proporsi perempuan yang terinfeksi HPV.
- p : Proporsi perempuan yang terinfeksi HPV dan berlanjut ke kanker serviks.
- μ : Laju kematian alami.
- E^* : Titik ekuilibrium endemik.
- λ : Nilai eigen dari persamaan karakteristik pada analisis kestabilan.
- HPV : *Human Papilloma Virus*
- WHO : *World Health Organization*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
PRAKATA	vi
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Persamaan Diferensial	4
2.2 Sistem Persamaan Diferensial	5
2.3 Model Epidemik SIR	8
2.4 Titik Ekuilibrium.....	9
2.5 Analisis Kestabilan.....	9
2.6 <i>Human Papillomavirus</i> (HPV) dan Kanker Serviks	10
2.7 Runge-Kutta Orde Empat	11
BAB III PROSEDUR PENELITIAN.....	13
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1 Pembentukan Model Matematika Kanker Serviks Akibat <i>Human Papillomavirus</i> (HPV).....	14
4.2 Titik Ekuilibrium pada Model Matematika Kanker Serviks Akibat <i>Human Papillomavirus</i> (HPV).....	20

4.3	Analisis kestabilan.....	21
4.4	Simulasi Model Matematika Kanker Serviks Akibat <i>Human Papillomavirus</i> (HPV).....	23
BAB V PENUTUP.....		33
5.1	Kesimpulan.....	33
5.2	Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA.....		35
LAMPIRAN.....		37

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Nilai awal yang digunakan untuk simulasi titik ekuilibrium	23
Tabel 4.2 Parameter yang digunakan untuk simulasi titik ekuilibrium.....	23
Tabel 4.3 Solusi numerik Persamaan (4.35) di titik ekuilibrium endemik.....	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Alir Model SIR	8
Gambar 4. 1 Diagram Kompartemen Model Matematika Kanker Serviks Akibat Human Papillomavirus (HPV)	15
Gambar 4. 2 Hasil Simulasi Titik Ekuilibrium dengan $s(0) = 0,4$; $i(0) = 0,3$; $u(0) = 0,1$; $c(0) = 0,2$	31