



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kanker adalah salah satu penyakit berbahaya yang disebabkan oleh pertumbuhan tidak normal dari sel-sel jaringan tubuh yang berubah menjadi sel kanker. Kanker merupakan suatu penyakit sel yang ditandai dengan hilangnya fungsi kontrol sel terhadap regulasi daur sel maupun fungsi homeostatis sel pada organisme multiseluler. Salah satu penyebab perubahan ini adalah mutasi sel normal oleh zat-zat karsinogen, diantaranya senyawa-senyawa kimia, fisik, dan biologis (Balmer dkk, 2005). Paparan ini menyebabkan kerusakan DNA dan menyebabkan mutasi di gen vital yang mengontrol pembelahan sel pada jaringan dan organ (Lodish dkk, 1995).

Dalam perkembangannya, sel-sel kanker ini dapat menyebar ke bagian tubuh lainnya sehingga dapat menyebabkan kematian. Menurut Yayasan Kanker Indonesia, kanker dapat terjadi pada semua orang, pada setiap bagian tubuh, dan pada semua golongan umur, namun lebih sering menimpa orang yang berusia 40 tahun. Menurut data World Health Organization (WHO, 2013), insiden kanker meningkat dari 12,7 juta kasus pada tahun 2008 menjadi 14,1 juta pada tahun 2012. Kanker menjadi penyebab kematian kedua di dunia sebesar 13% setelah penyakit kardiovaskuler. Diperkirakan pada tahun 2030 insiden kanker dapat mencapai 26 juta orang dan 17 juta di antaranya meninggal akibat kanker, terlebih untuk negara miskin dan berkembang kejadiannya akan lebih cepat.

Laporan *Global Burden Cancer (Globocan, 2012)* memperkirakan insiden kanker di Indonesia sebesar 134 per 100.000 penduduk. Di Indonesia, prevalensi penyakit kanker juga cukup tinggi. Berdasarkan data Riset Kesehatan Dasar (*Riskesdes, 2013*) prevalensi kanker di Indonesia adalah 1,4 per 1000 penduduk.

Salah satu pengobatan pada kanker adalah kemoterapi. Kemoterapi merupakan salah satu cara pengobatan penyakit tertentu dengan menggunakan zat kimia atau obat-obatan. *Sukardja (1996)* menyebutkan kemoterapi merupakan terapi sistematis yang dapat digunakan untuk menghambat pertumbuhan atau untuk membunuh sel-sel kanker dengan obat-obat antikanker yang disebut sitostatika. Dalam suatu pengobatan, kemoterapi dapat dilakukan secara kontinu maupun periodik.

Pertumbuhan penyakit kanker yang menyerang tubuh manusia dapat dimodelkan secara matematis. Seiring dengan berkembangnya pengetahuan, berbagai permasalahan di kehidupan dapat diselesaikan melalui aplikasi dari suatu ilmu tersebut. Model matematika sering digunakan untuk mengambil keputusan dalam bidang kesehatan. Hal ini juga ditunjukkan dengan adanya banyak penelitian yang membahas terkait model pertumbuhan sel kanker salah satunya yang dilakukan oleh *Banerjee dan Sarkar (2008)* yaitu mempelajari perilaku dinamik sel tumor dan sel imun dengan menggunakan persamaan diferensial dan waktu tunggu. Selain itu, *Liu dkk, (2012)* juga mensimulasikan pertumbuhan sel kanker serta interaksi sel tumor dan sel imun dengan kemoterapi. Model matematika pertumbuhan kanker tidak hanya mempertimbangkan waktu tunggu sel limfosit, tetapi juga efek dari kemoterapi. Hal tersebut dilakukan *Borges dkk,*

(2014) yang dalam penelitiannya memperluas model **Banerjee dan Sarkar (2008)** dengan menambahkan kemoterapi dan mempertimbangkan beberapa protokol klinis. **Borges dkk, (2014)** membahas model pertumbuhan sel kanker dengan adanya interaksi berupa persaingan antara sel kanker, sel limfosit T yang belum teraktivasi, Sel limfosit T yang teraktivasi, dan agen kemoterapi.

Berdasarkan uraian di atas, Penulis tertarik untuk melakukan analisis dan menentukan kontrol optimal pada model matematika pertumbuhan kanker dengan kemoterapi. Model yang digunakan dalam skripsi ini merujuk pada penelitian yang dilakukan **Borges dkk, (2014)**. Model matematika yang ditulis **Borges dkk, (2014)** adalah model matematika pertumbuhan kanker dengan kemoterapi. Dengan menggunakan Prinsip Maksimum Pontryagin, akan ditentukan suatu kontrol optimum yang akan mengurangi pertumbuhan kanker sehingga manusia terhindar dari penyakit tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana analisis kestabilan titik setimbang model matematika pertumbuhan kanker tanpa kemoterapi?
2. Bagaimana bentuk kontrol optimal dari model matematika pertumbuhan kanker?
3. Bagaimana simulasi numerik dan interpretasi model matematika pertumbuhan kanker dengan dan tanpa kemoterapi?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui analisis kestabilan titik setimbang model matematika pertumbuhan kanker tanpa kemoterapi.
2. Mengetahui bentuk kontrol optimal dari model matematika pertumbuhan kanker.
3. Mengetahui simulasi numerik dan interpretasi model matematika pertumbuhan kanker dengan kemoterapi.

1.4 Manfaat

1. Memberikan pengetahuan tentang aplikasi ilmu matematika dalam kehidupan sehari-hari terutama bidang kesehatan.
2. Menambah pengetahuan tentang kanker dan pengobatannya berupa kemoterapi.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah model dasar sistem dan parameter yang digunakan adalah model yang terdapat dalam jurnal internasional yang ditulis oleh Borges dkk, pada tahun 2014 yang berjudul "*Model for tumour growth with treatment by continuous and pulsed chemotherapy*".