

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Kanker merupakan salah satu penyebab kematian di dunia. Bahkan pada tahun 2018, berdasarkan GLOBOCAN terdapat sebanyak 12,7 juta kasus kanker dimana 7,6 juta kasus tersebut berakhir dengan kematian [1]. Sebuah sel kanker jika terus menerus berkembang akan menimbulkan sebuah tumor. Sel tumor yang bersifat kanker tersebut akan mengambil sumber oksigen dan nutrisi dari darah untuk selalu membelah dan semakin menyebar [2].

Terdapat berbagai pengobatan yang dapat dilakukan untuk mengatasi tumor dan kanker, salah satunya dengan dengan imunoterapi. Pengobatan ini menggunakan pendekatan biologis dimana akan diberikan sebuah obat yang dapat membantu sel imun tubuh menjadi semakin kuat sehingga dapat melawan sel tumor secara alami. Imunoterapi dapat memperlambat dan menghentikan pertumbuhan sel tumor sehingga sel tumor akan mati dan beregenerasi menjadi sel baru normal. Walaupun imunoterapi merupakan pengobatan yang cukup efektif mengobati berbagai jenis tumor dan kanker, tetapi tetap diperlukan penelitian lebih lanjut karena tidak bekerja secara maksimal pada semua pasien. Model matematika dapat digunakan untuk membantu mempelajari lebih lanjut mengenai bagaimana pertumbuhan dan perkembangan tumor serta dapat membantu memprediksi efektifitas pengobatan yang dilakukan terhadap tumor tersebut.

Salah satu model yang dapat membantu penelitian tersebut yang dapat menggambarkan reaksi imun dan respon tumor terhadap pengobatan adalah dengan model PDB (Persamaan Diferensial Biasa), yang menggambarkan sistem interaksi dinamis antar komponen variabel yang diperhitungkan. Model PDB memiliki fleksibilitas untuk mengontrol perubahan kondisi pada sistem, yang representasikan dengan nilai parameter model. Untuk kasus pengobatan tumor dengan imunoterapi sendiri, terdapat beberapa asumsi dan pendekatan diantaranya, dengan menggunakan teori dimana sel dalam jaringan tumor terbagi menjadi tiga komponen, yaitu sel proliferasi, sel keadaan *quiescence*, dan sel yang sudah mati karena sudah diberikan pengobatan [3]. Secara khusus untuk model interaksi sel tumor dengan tindakan imunoterapi, dijelaskan dalam [4]. Pengobatan imunoterapi yang digunakan yaitu dengan menginjeksikan Interleukin 2 (IL-2) ke dalam tubuh sehingga menyebabkan meningkatkan sel CD8+ T melebihi jumlah sel CD8+T yang diproduksi secara normal dalam tubuh jika terdapat sel tumor. Sel CD8+T merupakan sel imun adaptif yang dapat menyerang sel tumor dengan lebih akurat setelah melatih diri untuk mengidentifikasi sel tumor terlebih dahulu daripada sel NK yang langsung menyerang sel tumor ketika masuk dalam tubuh.

Topik dan Batasannya

Topik yang diangkat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana memodelkan respon tumor terhadap imunoterapi melalui model PDB (Persamaan Diferensial Biasa)?
2. Bagaimana efektifitas model dalam mensimulasikan pertumbuhan tumor dan respon terhadap imunoterapi?

Adapun batasan pada penelitian ini adalah pada nilai parameter yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari data pasien 9 yang didapatkan dari kurva pencocokan yang dilakukan oleh de Pillis et al [5], data uji klinis pengobatan kemoterapi dan kombinasi [6], dan model Kuznetsov [7].

Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memodelkan respon terhadap imunoterapi melalui model PDB (Persamaan Diferensial Biasa)
2. Menganalisa efektifitas model dalam mensimulasikan pertumbuhan tumor dan respon terhadap imunoterapi

Organisasi Tulisan

Pada bagian selanjutnya, akan dibahas mengenai studi-studi terkait yang digunakan sebagai acuan dan referensi dalam penelitian ini yang berkaitan dengan pembangunan model. Kemudian bagian selanjutnya yaitu pada bagian sistem yang dibangun akan dijelaskan model yang telah dirancang beserta nilai-nilai parameter yang digunakan. Bagian selanjutnya, akan dijelaskan evaluasi dari hasil simulasi yang didapatkan dari model yang dibangun beserta analisisnya. Kemudian pada bagian terakhir akan dijelaskan mengenai kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan.