

BAB III

METODE PENELITIAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini. Model yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada model yang dibuat oleh Pillis dkk (2009).

3.1 Perumusan Masalah

Kanker adalah istilah genetik dari sekelompok besar penyakit yang mempunyai karakteristik yaitu pertumbuhan sel yang abnormal yang melewati batasnya dan dapat menyerang sekelilingnya dan atau menyebar ke organ lainnya. Terdapat berbagai macam terapi penyembuhan kanker diantaranya adalah imunoterapi, kemoterapi, dan *biochemotherapy*. Permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana perubahan jumlah sel kanker yang dinotasikan dengan $T(t)$ terhadap sistem imun tubuh yaitu perubahan jumlah sel Natural Killer yang dinotasikan dengan $N(t)$, perubahan jumlah sel IL-2 yang dinotasikan dengan $I(t)$, perubahan jumlah sel T CD8⁺ yang dinotasikan dengan $L(t)$, dan perubahan jumlah limfosit yang dinotasikan dengan $C(t)$ dan pengobatannya menggunakan imunoterapi, kemoterapi yang dinotasikan dengan $M(t)$ dan *biochemotherapy*. Dalam penelitian ini model dibagi menjadi tiga berdasarkan jenis terapinya yaitu imunoterapi, kemoterapi dan *biochemotherapy*. Dari setiap model akan dicari solusi penyelesaiannya, yang menyatakan gambaran jumlah sel kanker dan jumlah sel imun tubuh akibat pengaruh terapi yang diberikan. Setelah itu akan disimpulkan pengobatan tercepat dari ketiga macam terapi. Dalam hal ini penyusunan model matematika pengaruh imunitas tubuh dan terapi penyembuhannya yaitu imunoterapi, kemoterapi dan *biochemotherapy* terhadap sel kanker dibutuhkan untuk menentukan pengobatan yang lebih baik.

3.2 Mengkaji Model Dasar

Model dasar dibangun dengan meninjau hubungan antar variabel yang terdapat dalam penelitian dengan cara membuat persamaan-persamaan matematika yang menggambarkan hubungan antara sel kanker terhadap imunitas tubuh dan terapi yang diberikan. Model dasar yang digunakan untuk perubahan nilai variabel dalam model penelitian adalah sebagai berikut:

1. Model pertumbuhan logistik

Fariz Hasby Sulaiman, 2018

MODEL MATEMATIKA TERAPI KANKER MENGGUNAKAN KEMOTERAPI, IMUNOTERAPI DAN BIOCHEMOTHERAPHY
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Berdasarkan data yang diperoleh dari Pillis (2009) pertumbuhan sel tumor diasumsikan mengikuti pertumbuhan model logistik yang disajikan pada persamaan (2.12).

2. Model kesebandingan

Model kesebandingan dipakai untuk menunjukkan laju pertumbuhan atau kematian suatu substansi x yang sebanding dengan banyaknya substansi x tersebut dinyatakan dengan $\frac{dx}{dt} = ax$, dengan nilai $a > 0$ menyatakan laju pertumbuhan dan $a < 0$ menyatakan laju kematian.

3. Model perkalian

Model perkalian dipakai untuk menunjukkan interaksi antara dua variabel atau lebih berupa pertumbuhan, kematian atau inaktivasi sel atau obat.

4. Model Michaelis-Menten

Berdasarkan data yang diperoleh dari Pillis (2009) dalam tubuh terdapat interaksi antara dua sel atau lebih. Interaksi tersebut yang serupa dengan reaksi yang terjadi pada kinetik enzim di dalam tubuh, seperti pertumbuhan sel yang dipicu oleh hadirnya sel lain, kematian sel yang dipicu oleh hadirnya sel lain, dan inaktivasi sel. Interaksi antara dua sel atau lebih dinyatakan dalam bentuk persamaan Michaelis-Menten yang disajikan pada persamaan (2.14).

5. Fungsi eksponensial

Berdasarkan data yang diperoleh dari Pillis (2009) terdapat reaksi imun tubuh akibat berinteraksi dengan sel yang lain serupa dengan fungsi eksponensial yang dinyatakan dengan $f(x) = Ae^{Bx}$, dengan nilai $A > 0$ menyatakan laju pertumbuhan dan $A < 0$ menyatakan laju kematian, nilai B menyatakan koefisien kecepatan pertumbuhan.

3.3 Mencari Solusi dan Interpretasi Model

Setiap model akan dicek keberadaan solusinya menggunakan teorema eksistensi solusi sistem persamaan diferensial. Setelah itu akan dicari solusi penyelesaiannya yaitu berupa gambaran jumlah sel kanker dan jumlah sistem imun tubuh akibat pengaruh terapi yang diberikan, titik kritis. Titik kritis yang didapat akan dicek kestabilannya. Akan dibandingkan juga terapi mana yang tercepat untuk mengobati penyakit kanker.

Titik kritis merupakan salah satu solusi dari persamaan diferensial yang setimbang. Pada model ini titik kritis menunjukkan titik dimana sudah tidak adanya lagi perubahan nilai nilai variabel khususnya jika jumlah sel kanker sudah tidak berubah dan menuju nol yang artinya sel kanker dapat disembuhkan. Titik kritis dari model yang telah didapat akan dilihat tipe dari kestabilannya. Terdapat tiga tipe titik kritis yaitu titik kritis terapi kanker menggunakan imunoterapi, titik kritis terapi kanker menggunakan kemoterapi, titik kritis terapi kanker menggunakan *biochemotherapy*.

Menentukan kestabilan titik kritis dilakukan dengan mencari nilai eigen dari matriks Jacobian untuk setiap titik kritis. Menentukan terapi yang terbaik untuk mengurangi sel kanker dilakukan dengan cara membandingkan tiga terapi untuk sel kanker yaitu kemoterapi, imunoterapi dan *biochemotherapy*. Interpretasi solusi dilakukan dengan cara melihat *output* solusi yang didapat dari program Matlab.

Solusi dari model yang telah didapat akan dicari menggunakan metode numerik yaitu metode Runge-Kutta Orde Empat. Pemograman akan dilakukan menggunakan Matlab R2015a untuk membuat perhitungan numerik lebih mudah dan visualisasi berbentuk grafik hasil *output* lebih menarik.

3.4 Kesimpulan dan Saran

Bagian ini berisi uraian mengenai simpulan dari penelitian yang telah dilakukan dan saran untuk penelitian selanjutnya.