

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Leukemia diturunkan dari bahasa Yunani leukos yang berarti “putih” dan aima yang berarti “darah”, atau lebih dikenal sebagai kanker darah. Kanker darah merupakan penyakit keganasan pada jaringan hematopoietik yang ditandai dengan penggantian elemen sumsum tulang normal oleh sel darah abnormal atau sel leukemik (Wirawan, 2003). Sel abnormal ini keluar dari sumsum tulang belakang dan dapat dijumpai di dalam darah *perifer* atau aliran darah yang tersumbat akibat penyempitan pembuluh darah yang berasal dari jantung. Sel leukemia sangat mempengaruhi pembentukan sel darah normal dan imunitas tubuh penderita (Yayan, 2010).

Leukemia terbagi dalam empat jenis kategori besar, yaitu leukemia limfositik akut (ALL), leukemia limfositik kronis (CLL), leukemia mielositik akut (AML) dan leukemia mielositik kronis (CML). Menurut informasi data dari SIRS (Sistem Informasi Rumah Sakit) tahun 2007, leukemia (7,42%) menempati urutan kelima setelah kanker payudara (16,85%), kanker leher Rahim (11,78%), kanker hati (9,69%) dan saluran empedu intrahepatik (9,69%) (Kementrian Kesehatan RI, 2013). Berdasarkan data International Agency for Research on Cancer WHO pada tahun 2008 insidensi leukemia di dunia adalah 5 per 100.000 penduduk dengan angka kematian 3,6 per 100.000 penduduk (Simanjourang, 2012). Pada tahun 2018 kematian akibat leukemia di Indonesia merenggut 11.314 jiwa. Jumlah angka kematian se dunia akibat kanker pada tahun 2018 berjumlah 9,6 juta jiwa. Sementara di Indonesia di tahun yang sama berjumlah 207.210 jiwa. Prevalensi ini mencakup semua usia, baik laki-laki maupun perempuan (Kementrian Kesehatan, 2018).

Perjalanan leukemia mielositik kronis (CML) terdiri atas tiga fase berdasarkan karakteristik dan hasil laboratorium. Penyakit leukemia mielositik kronis (CML) dimulai dari fase kronik yang ditandai dengan ekspansi yang tinggi dari *hematopoietik pool* dengan peningkatan sel darah yang mati dengan sedikit gangguan fungsional dan lama fase kronik selama 3 tahun. Setelah kurang lebih 3 tahun, leukemia mielositik kronis akan masuk ke fase akselerasi yang lebih sulit dikendalikan daripada fase kronik dan fase ini dapat berlangsung selama beberapa bulan. Fase krisis *blast* adalah tingkatan akhir dari leukemia mielositik kronis (CML) dan mirip seperti leukemia akut. Gejala dari leukemia mielositik kronis (CML) adalah malaise, demam, *gout* atau nyeri sendi, meningkatkan kemungkinan infeksi, anemia, trombositopenia, dan didapatnya *splenomegaly* (pembesaran limfa) pada pemeriksaan fisik (**Lanzkowsky, 2005**).

Dalam tubuh manusia memiliki sistem pertahanan terhadap benda asing dan patogen yang disebut sebagai sistem imun. Sistem imunitas tubuh memiliki fungsi yaitu membantu perbaikan DNA manusia, mencegah infeksi yang disebabkan oleh jamur, bakteri, virus dan organisme lain serta menghasilkan antibodi (sejenis protein yang disebut *immunoglobulin*) untuk mengurangi serangan bakteri dan virus asing ke dalam tubuh. Tugas sistem imun adalah mencari dan merusak *invader* (penyerbu) yang membahayakan tubuh manusia. Salah satu komponen utama sistem kekebalan tubuh adalah sel T, suatu bentuk sel darah putih (limfosit) yang berfungsi mencari jenis penyakit patogen lalu merusaknya. Limfosit dihasilkan oleh kelenjar limfe yang penting bagi tubuh untuk menghasilkan antibodi melawan infeksi (**Fatmah, 2006**).

Pada penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan pengendalian penyakit leukemia telah banyak dilakukan dalam berbagai keilmuan, salah satunya bidang matematika yaitu dengan menggunakan model matematika. Banyak peneliti yang telah mengembangkan model matematika dan strategi pengendalian penyakit leukemia. Diantaranya adalah **Lestari dan Ambarwati (2015)** telah mengkaji model matematika untuk pengobatan kanker dengan menggunakan terapi gen. Model tersebut terdiri dari tiga

kompartemen yang terbentuk dari sel kanker, sel imun dan molekul (sel buatan). **Agarwal dan Bhadauria (2015)** telah mengkaji model matematika yang memperhatikan leukemia dengan pengaruh memasukkan sel T. Model tersebut terdiri dari empat kompartemen yang terbentuk dari sel kanker leukemia dan sel imun. Sedangkan **Gaudio (2016)** mengkaji model tentang proses mekanisme perkembangan leukemia mielositik kronis. Model tersebut mengamati perubahan dari kumpulan sel leukemia induk aktif ke sel leukemia dewasa. Kemudian **Basse dkk (2018)** melakukan telaah mengenai interaksi diantara sel leukemia mielositik kronis (CML) dan sel imunitas. Model ini dapat menggambarkan suatu dinamika penyebaran suatu penyakit kanker leukemia mielositik kronis dengan sel imunitas. Pada penelitian ini merujuk pada jurnal **Basse dkk (2018)** yang terdiri dari tiga kompartemen dan akan di tambah satu kompartemen yaitu sel darah rentan untuk di investigasi ke dalam model yang akan di jelaskan, dimana kompartemen yang ditambah berasal dari informasi biologi yang diperoleh dan telah di sesuaikan untuk kebutuhan peniliti menginvestigasi. Peneliti membuat penelitian yang berjudul tentang “analisis dan strategi pengendalian model matematika interaksi sel kanker leukemia mielositik kronis (CML) dan sel imunitas”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana analisis kestabilan titik setimbang dari model matematika interaksi sel kanker leukemia mielositik kronis dan sel imunitas?
2. Bagaimana interpretasi hasil simulasi numerik dari model matematika interaksi sel kanker leukemia mielositik kronis dan sel imunitas?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis kestabilan titik setimbang dari model matematika interaksi sel kanker leukemia mielositik kronis dan sel imunitas.

2. Menginterpretasikan hasil simulasi numerik dari model matematika interaksi sel kanker leukemia mielositik kronis dan sel imunitas.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penulisan ini diantaranya adalah

1. Menambah wawasan mengenai dunia kesehatan khususnya mengenai model matematika interaksi sel kanker leukemia mielositik kronis dan sel imunitas.
2. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang penerapan model matematika interaksi sel kanker leukemia mielositik kronis dan sel imunitas.
3. Menambah pengetahuan di bidang pemodelan matematika khususnya dalam menganalisis kestabilan model matematika interaksi sel kanker leukemia mielositik kronis dan sel imunitas.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Model matematika penyebaran penyakit kanker leukemia mielositik kronis dengan sel imunitas yang digunakan dalam penulisan ini merujuk pada *paper* yang ditulis oleh **Besse dkk (2018)**.
2. Kompartemen yang ditambahkan pada model berupa sel darah sehat yang rentan terhadap sel kanker leukemia mielositik kronis.