

BAB I

PENDAHULUAN

1. 1 Latar Belakang

Penyakit menular merupakan infeksi yang disebabkan oleh mikroorganisme seperti bakteri, parasit, jamur ataupun virus yang dapat berpindah dari satu inang yang lainnya. Penyakit menular dapat menyebar secara langsung dan tidak langsung. Penularan secara langsung dapat terjadi melalui sentuhan dan kontak cairan tubuh, sedangkan penularan secara tidak langsung terjadi melalui udara, yaitu masuk melalui saluran pernapasan (**WHO, 2021**). Penyakit menular ini dapat dicegah dengan imunisasi dan vaksinasi serta dengan menerapkan pola hidup sehat.

Tuberkulosis merupakan penyakit menular kronik yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Tuberkulosis biasanya ditularkan melalui inhalasi percikan ludah (*droplet*) dari orang yang terinfeksi bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Bakteri juga dapat masuk ke dalam tubuh melalui saluran cerna, ingesti susu tercemar yang tidak dipasteurisasi, atau terkadang melalui lesi kulit. Gejala seseorang merupakan *suspect* tuberkulosis antara lain batuk-batuk selama 3 minggu atau lebih, batuk disertai dahak yang berdarah, sakit di dada selama 3 minggu atau lebih, serta demam selama 3 minggu atau lebih (**Crofton, 2009**).

Menurut **WHO (2021)** tuberkulosis merupakan penyakit menular yang banyak menyebabkan kematian terbesar ke-2 setelah COVID-19. Lebih dari 10 juta orang terinfeksi tuberkulosis dan sekitar 1,5 juta berakhir pada kematian karena infeksi ini pada tahun 2020. Tuberkulosis dapat menginfeksi semua kalangan di kelompok usia, jenis kelamin, strata sosial, ras, iklim dan lain-lain. Kematian yang disebabkan oleh tuberkulosis terjadi di negara-negara berpendapatan menengah seperti India, Indonesia, China, Filipina, Pakistan, Nigeria, dan Afrika Selatan. Negara-negara ini menyumbang lebih dari 86% dari seluruh beban tuberkulosis dunia.

Tingginya kasus penyebaran tuberkulosis di dunia membuat para peneliti mengkaji permasalahan tuberkulosis dari berbagai sudut pandang keilmuan, salah satunya adalah pemodelan matematika. Pemodelan matematika adalah salah satu bidang matematika yang menyajikan dan menjelaskan permasalahan riil ke dalam bentuk matematis. Berbagai penelitian mengenai model matematika tuberkulosis telah dikembangkan diantaranya adalah **Aparicio dkk (2000)** mengembangkan model *household* dinamika penyebaran tuberkulosis dengan mempertimbangkan cluster penyebaran infeksi yang terjadi di rumah, sekolah maupun tempat kerja. **Side dkk (2016)** membangun model SIR dan SEIR penyebaran tuberkulosis dan menganalisa stabilitas global dari kedua model tersebut menggunakan metode fungsi Lyapunov. **Kumar dan Srivastava (2016)** mengembangkan model matematika tuberkulosis dengan menambahkan analisis kontrol optimal berupa pemberian vaksinasi dan perawatan medis. **Das dkk (2021)** mengembangkan dan menganalisis model SEIR penyebaran tuberkulosis. Hasil penelitiannya menunjukkan kondisi bifurkasi transkritikal terjadi apabila bilangan reproduksi dasarnya bernilai satu. Selanjutnya, titik setimbang bebas penyakit pada model ini bersifat stabil global, sehingga tidak terjadi penyebaran penyakit sepanjang waktu pada sistem.

Aproksimasi solusi merupakan salah satu cara untuk mendapatkan solusi dari permasalahan model matematika dengan pendekatan numerik. Beberapa pendekatan numerik yang sering digunakan yaitu metode Runge-Kutta dan Euler. Namun kedua metode tersebut seringkali menghasilkan solusi yang tidak stabil (**Ndii 2018**). Solusi dengan pendekatan numerik disebut stabil apabila solusi tersebut tidak terlalu sensitif dengan adanya perubahan (**Flaherty dkk, 1989**). Oleh sebab itu, **Mickens (2000)** memperkenalkan metode beda hingga tak standar yang merupakan pengembangan dari metode beda hingga dan memiliki solusi dengan pendekatan numerik yang cukup stabil. Metode beda hingga tak standar dapat digunakan untuk mencari aproksimasi solusi dari model matematika tuberkulosis.

Berdasarkan uraian di atas, penulis tertarik untuk merujuk model dan memodifikasi model matematika penyebaran tuberkulosis oleh **Das dkk (2021)**. Model tersebut dimodifikasi dengan menambahkan kelompok populasi yang

melakukan pengobatan. Selanjutnya mengubah bentuk *incidence rate* yang semula *standard incidence rate* menjadi *saturated incidence rate*. Hal tersebut dilakukan untuk mempertimbangkan efek jenuh dari individu terinfeksi. Saat jumlah populasi terinfeksi begitu besar maka laju infeksinya menurun (Zhou dkk, 2014). Selain itu penulis juga menerapkan metode beda hingga tak standar untuk menentukan aproksimasi solusi model matematika tuberkulosis.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, penulis merumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana analisis kestabilan titik setimbang dari model matematika tuberkulosis dengan memperhatikan populasi yang melakukan pengobatan dan *saturated incidence rate*?
2. Bagaimana aproksimasi solusi model matematika tuberkulosis dengan metode beda hingga tak standar?
3. Bagaimana simulasi numerik dan interpretasi dari model matematika tuberkulosis yang diselesaikan dengan metode beda hingga tak standar?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui analisis kestabilan titik setimbang dari model matematika tuberkulosis dengan memperhatikan populasi yang melakukan pengobatan dan *saturated incidence rate*.
2. Mengetahui aproksimasi solusi model matematika tuberkulosis dengan metode beda hingga tak standar.
3. Mengetahui simulasi numerik untuk menginterpretasikan hasil analisis yang diperoleh.

1.4 Manfaat

Manfaat yang diperoleh bagi pembaca dengan adanya penelitian ini adalah:

1. Pembaca dapat mengetahui analisis model matematika tuberkulosis dengan memperhatikan populasi yang melakukan pengobatan.
2. Pembaca dapat mengetahui aproksimasi solusi model matematika tuberkulosis dengan metode beda hingga tak standar.
3. Pembaca dapat melakukan simulasi numerik untuk menginterpretasikan hasil analisis yang diperoleh.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Model matematika penyebaran tuberkulosis yang digunakan merujuk pada jurnal yang ditulis oleh **Das dkk (2021)**.
2. Metode aproksimasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode beda hingga tak standar yang diajukan oleh **Mickens (2000)**.