

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada tahun 1993, *World Health Organization* (WHO) mendeklarasikan kedaruratan global (*the global emergency*) penyakit *tuberculosis* (TBC). Menurut pernyataan WHO sebagian besar negara-negara di dunia tidak berhasil mengendalikan TBC (Ramadhan, 2018). Menurut WHO *global TBC report* dari tahun 2017 hingga tahun 2020, Indonesia merupakan salah satu negara dengan TBC tertinggi di dunia dengan perkiraan jumlah orang yang jatuh sakit akibat TBC mencapai 845.000 jiwa dengan angka kematian sebanyak 98.000 jiwa atau setara dengan 11 kematian/jam. Dari jumlah tersebut, baru 67% yang ditemukan dan diobati, sehingga terdapat sebanyak 283.000 pasien TBC yang belum diobati dan beresiko menjadi sumber penularan bagi orang disekitarnya. Hal ini dapat disebabkan oleh banyak faktor diantaranya lingkungan yang tidak sehat, banyaknya kasus gizi buruk serta munculnya epidemi HIV/AIDS khususnya di Indonesia (Malik, 2018). Pada Provinsi Jambi sendiri tercatat penderita TBC yang terjadi pada tahun 2022 sebesar 5.308 kasus, meningkat bila dibandingkan semua kasus tuberkulosis yang terjadi pada tahun 2021 yaitu sebesar 3.682 kasus.

Tuberkulosis merupakan penyakit menular langsung yang disebabkan oleh bakteri *Mycrobacterium Tuberculosis* atau yang di sebut dengan Bakteri Tahan Asam (BTA). Tuberkulosis ditularkan melalui udara dalam bentuk percikan dahak (*droplet nuclei*) yang dihasilkan ketika penderita TBC batuk atau bersin, saat batuk atau bersin akan menghasilkan sekitar 3000 percikan dahak. Sebagian besar bakteri ini menyerang paru-paru, namun bisa juga menyerang organ dan bagian tubuh lainnya. Infeksi umumnya terjadi dalam ruangan, sehingga ventilasi dapat mengurangi jumlah percikan. Di sisi lain, sinar matahari langsung dapat membunuh bakteri tersebut, hal ini dikarenakan percikan dapat bertahan selama beberapa jam dalam keadaan yang gelap dan lembab. Daya penularan seorang pasien ditentukan oleh banyaknya kuman yang dikeluarkan dari parunya. Semakin tinggi hasil derajat kepositifan pemeriksaan dahak, maka semakin besar kemungkinan pasiennya menular. Penyakit ini merupakan penyakit menular yang sangat mematikan, apabila tetap dibiarkan maka bakteri yang menyerang dapat mengalir pada aliran darah sehingga dapat merusak organ tubuh yang lain, terkadang bakteri ini akan berpindah ke sekeliling otak dan cincin tulang belakang (*meninges*), sehingga dapat menyebabkan kematian apabila tidak ditangani dengan segera. Selain itu, penyakit ini termasuk penyakit endemik yang dapat menyerang kapan saja apabila terpapar dengan penderita penyakit tersebut (Depkes RI, 2014).

Pencegahan TBC dapat dilakukan dengan pemberian vaksinasi atau imunisasi yang mampu mengakibatkan seseorang mempunyai kekebalan tubuh yang lebih baik, sehingga mampu mempertahankan diri terhadap penyakit atau masuknya kuman dari luar (Crofton, S, 2009). Namun, efektivitas vaksin menurun seiring bertambahnya usia, akibatnya tetap diperlukan usaha penyembuhan melalui pengobatan atau terapi bagi pasien TBC. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan adanya program pengendalian TBC nasional yaitu *treatment Directly Observed Treatment Short-course* (DOTS). DOTS adalah pengobatan jangka pendek yang diawasi langsung dan merupakan satu-satunya pengobatan yang direkomendasikan oleh Organisasi Kesehatan Dunia (WHO). Sejak tahun 2010, strategi DOTS dilaksanakan secara nasional di seluruh fasilitas dan pelayanan kesehatan terutama Puskesmas yang diintegrasikan dalam pelayanan kesehatan dasar. Sasaran strategi nasional pengendalian TBC 2014 mengacu pada rencana strategis Kementerian Kesehatan RI Tahun 2009-2014 yaitu menurunkan prevalensi TBC dari 235/100.000 jiwa penduduk menjadi 224/100.000 jiwa penduduk (Kemenkes RI, 2014).

Matematika merupakan salah satu pendekatan untuk menjelaskan solusi dari permasalahan yang terjadi dalam dunia nyata adalah dengan memodelkan atau merumuskan permasalahan ke dalam bahasa matematika. Pemodelan matematika merupakan satu metode untuk merepresentasikan persoalan kompleks ke dalam bentuk matematika (Ndii M Z, 2018). Model matematika yang digunakan pada model ini adalah untuk menggambarkan proses transmisi tuberkulosis adalah model model SEITR yang terdiri dari populasi *Susceptible* (S), populasi *Exposed* (E), populasi *Infected* (I), populasi *Treatment* (T), dan populasi *Removed* (R).

Beberapa penelitian terdahulu mengenai epidemiologi penyakit TBC telah banyak dilakukan diantaranya penelitian yang dilakukan oleh Fredina K. Q dkk pada (2012) yang meneliti tentang Model SIR (*Susceptible-Infectious-Recovered*) untuk Penyebaran Penyakit tuberkulosis dan penelitian yang dilakukan oleh Ulfasari (2014) yang meneliti tentang Model Penyebaran Penyakit Tuberkulosis (TBC). Penelitian tersebut menggunakan model SIR dan model SER yang memperhitungkan dampak vaksinasi.

Analisis yang dilakukan terhadap model adalah dengan mengidentifikasi perubahan populasi dan mengetahui waktu laju perubahan setiap populasi pada saat terjadi pengurangan atau penambahan populasi yang mengalami perubahan tersebut. Misalnya, ketika gejala wabah penyakit terjadi di suatu tempat, maka orang yang tidak terinfeksi akan melakukan tindakan pencegahan untuk menjaga kekebalan tubuhnya terhadap penyakit yang terjadi di tempat tersebut, proses ini dinamakan dengan vaksinasi. Jika individu-individu tersebut telah melakukan upaya untuk pencegahan penyakit dan tidak mampu mengatasinya,

maka akan dilakukan treatment pengobatan pada penyakit tersebut. Treatment yang dilakukan melalui startegi *Directly Observed Treatment Short-course* (DOTS) (Ramadhan, dkk 2018).

Penelitian terdahulu yang membahas mengenai strategi DOTS dari suatu model penyebaran penyakit yaitu peneltian yang dilakukan oleh Ramdhan dkk (2018) dimana penelitian tersebut membahas penyebaran tuberkulosis dengan adanya strategi DOTS untuk mendeteksi dan menyembuhkan tuberkulosis. Penelitian ini menggunakan model matematika SEITR yang bertujuan untuk membangun model matematika, menganalisis titik kestabilan, dan menginterpretasikan simulasi model matematika dengan *Maple*. Penelitian selanjutnya yang relevan dengan penelitian ini merupakan penelitian dari Rahmawati (2022) yang membahas analisis kestabilan model penyebaran Tuberkulosis dengan vaksinasi dan strategi DOTS. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh vaksinasi dan treatment DOTS dalam menanggulangi penyakit Tuberkulosis yang menunjukkan tingginya laju transisi laten menuju terinfeksi aktif, akan mempengaruhi banyaknya penularan hingga penyakit Tuberkulosis mengalami kondisi endemik dengan melihat analisis kestabilan titik keseimbangan.

Berdasarkan latar belakang diatas peneliti tertarik untuk mengajukan judul penelitian yaitu **“ANALISIS PENYEBARAN PENYAKIT TUBERKULOSIS DENGAN VAKSINASI DAN STRATEGI *DIRECTLY OBSERVED TREATMENT SHORT-COURSE* (DOTS) DI PROVINSI JAMBI”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan, diperoleh rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana model matematika penyebaran penyakit TBC dengan vaksinasi dan strategi *Directly Observed Treatment Short-course* (DOTS)?
2. Bagaimana cara memformulasikan model SEITR pada bilangan reproduksi dasar (R_0) pada saat endemik dan bebas penyakit?
3. Bagaimana simulasi numerik dari solusi model matematika penyebaran penyakit TBC?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, diperoleh tujuan penelitian sebagai berikut :

1. Mengkontruksi model matematika penyebaran penyakit TBC dengan vaksinasi dan strategi *Directly Observed Treatment Short-course* (DOTS)
2. Mengkontruksi model SEITR pada bilangan reproduksi dasar (R_0) pada saat endemik dan bebas penyakit

3. Mengkontruksi simulasi numerik dari solusi model matematika penyebaran penyakit TBC

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan permasalahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penyakit yang dimodelkan adalah Tuberkulosis (TBC).
2. Masalah penyebaran penyakit yang disimulasikan adalah penyebaran di Provinsi Jambi tahun 2022.
3. Model yang digunakan adalah SEITR, dimana *Susceptible* (*S*) yaitu individu yang rentan terkena penyakit, *Exposed* (*E*) yaitu individu yang berada pada masa inkubasi yang tertular penyakit tetapi tidak ada tanda-tanda atau gejala dan belum dapat menularkan penyakit, *Infected* (*I*) yaitu individu yang terjangkit dan dapat menularkan penyakit, *Treatment* (*T*) yaitu individu yang sedang menjalani pengobatan dan *Recovered* (*R*) yaitu individu yang telah sembuh dari penyakit.

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan tujuan penulisan, maka manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui model matematika yang disajikan dalam persamaan diferensial untuk penyakit TBC.
2. Mempermudah dalam menjelaskan dinamika keadaan populasi selama terjadinya penyakit TBC.
3. Mengetahui terjadinya endemik atau tidak pada penyakit TBC.