

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mumps adalah penyakit akut pada anak-anak dan dewasa, yang disebabkan oleh *paramyxovirus*. Diketahui bahwa manusia adalah satu-satunya inang untuk virus mumps. Mumps sering dilaporkan pada anak usia 5-9 tahun, tetapi remaja dan orang dewasa tidak menutup kemungkinan juga dapat terkena (WHO, 2021). Di seluruh dunia, mumps merupakan penyakit yang tidak dikontrol sebaik campak dan rubella sehingga diketahui bahwa terdapat 500.000 kasus mumps dari tahun 1999-2019 yang tercatat menurut laporan tahunan WHO (Marlow dkk, 2021).

Proses penularan virus *mumps* yaitu virus tersebut bereplikasi pada saluran pernapasan dan ditularkan melalui kontak langsung dengan air liur atau tetesan pernapasan antara individu yang terinfeksi dengan individu yang rentan. Risiko penyebaran virus meningkat apabila terjadi kontak secara terus menerus antara individu rentan dengan individu yang menderita. Periode infeksi virus *mumps* sekitar 2 hari sebelum munculnya *parotitis* hingga 5 hari setelah munculnya *parotitis*, meskipun virus tersebut telah diisolasi pada air liur sebelum munculnya *parotitis* (CDC, 2021).

Mumps paling dikenal dengan ciri pipi bengkak dan rahang bengkak. Hal tersebut diakibatkan dari pembengkakan kelenjar ludah di bawah telinga pada satu atau kedua sisi, sering disebut sebagai *parotitis*. Gejala klinis lain sebelum *parotitis* tersebut muncul adalah panas, sakit kepala, nyeri otot, kelelahan, dan hilangnya nafsu makan. Periode rata-rata masa inkubasi *mumps* adalah 16-18 hari, tetapi juga dapat terjadi dalam jangka waktu 12-25 hari (CDC, 2021). Pada umumnya reinfeksi penyakit *mumps* sangat jarang terjadi karena tubuh akan mendapat kekebalan terhadap virus *mumps* seumur hidup setelah terinfeksi virus tersebut (Gut dkk, 1995).

Penyakit *mumps* dapat menyebabkan komplikasi yang umumnya terjadi pada orang dewasa dibanding dengan anak-anak. Komplikasi yang dapat terjadi yaitu *Oophoritis*, *Pancreatitis*, *Encephalitis* dan gangguan pendengaran (ketulian)

Komplikasi *mumps* yang paling umum terjadi dibandingkan dengan komplikasi *mumps* lainnya adalah gangguan pendengaran (ketulian) (**Marlow dkk, 2021**). Ketulian yang disebabkan oleh *mumps* biasanya sangat serius dan permanen. Atrofi dari sel-sel rambut yang telah diamati, menunjukkan bahwa gangguan pendengaran akibat *mumps* disebabkan karena kerusakan parah pada koklea akibat infeksi virus (**Zhou dkk, 2017**).

Tindakan pencegahan sangat perlu dilakukan untuk menekan angka komplikasi yang disebabkan oleh virus *mumps*. Vaksinasi merupakan tindakan terbaik untuk mencegah *mumps* dan komplikasi *mumps*. Vaksin tersebut dapat berupa vaksin MMR (Measles-Mumps-Rubella) dan MMRV (Measles-Mumps-Rubella-varicella). Dua dosis vaksin MMR dapat mencegah tertular penyakit *mumps* secara efektif hingga 88%. Selain pencegahan dengan vaksin (**CDC, 2021**). Selain tindakan pencegahan terdapat tindakan pengobatan. Pengobatan untuk *mumps* dilakukan secara suportif. Pengobatan tersebut dilakukan ketika gejala klinis pembengkakan pada kelenjar saliva muncul. Obat analgesik dan kompres dingin atau hangat bermanfaat untuk meredakan pembengkakan *parotis* (**Mühlemann dkk, 2008**).

Penelitian mengenai penyebaran penyakit *mumps* menarik untuk dimodelkan secara matematika. Beberapa ilmuwan telah mengembangkan model matematika yang berhubungan dengan *mumps* diantaranya yang ditulis oleh **Li dkk. (2017)** yang mengkaji model matematika penyebaran penyakit *mumps* di dataran Cina. Pada jurnal ini terdapat enam kompartemen yaitu populasi manusia rentan, populasi manusia yang terpapar dan belum bisa menginfeksi, populasi manusia yang terinfeksi dengan gejala klinis, populasi manusia yang terinfeksi tanpa gejala klinis, populasi manusia yang sudah divaksinasi, dan populasi manusia yang sembuh. **Kitano. (2018)** mengkaji model matematika penyebaran vaksinasi *mumps* di Jepang. Pada jurnal ini memodelkan insiden dari populasi manusia yang terinfeksi dengan transmisi antara populasi rentan dan populasi terinfeksi dengan standard incidence rate. **Pongsumpun. (2019)** mengkaji model matematika penyebaran *mumps* di Thailand. Model tersebut memiliki empat kompartemen yaitu *SEIR*, dengan *S* merupakan populasi manusia rentan, *E* merupakan populasi

manusia yang terpapar, I merupakan populasi manusia yang terinfeksi, dan R adalah populasi manusia yang sembuh. **Ayoade dkk. (2020)** mengkaji model matematika penyebaran penyakit *mumps* dengan model *SIR* (*Susceptible, Infectious, Recovered*). **Peng dkk. (2021)** mengkaji model matematika penyebaran penyakit *mumps* di Wuhan, China dengan estimasi parameter terhadap jumlah populasi individu yang terinfeksi *mumps* di Wuhan. **Mohammadi dkk. (2021)** mengkaji model matematika penyebaran penyakit *mumps* dengan memperhatikan populasi individu yang terkena gangguan pendengaran (ketulian) saat terinfeksi *mumps*. Model matematika tersebut memiliki 3 kompartemen yaitu individu rentan dengan pendengaran normal (S), individu yang mengalami gangguan pendengaran (ketulian) saat terinfeksi *mumps* (L), individu yang sembuh pendengarannya (R).

Berdasarkan pemaparan di atas, penulis tertarik untuk mengkaji dan memodifikasi model yang merujuk pada paper berjudul “*A theoretical study of the Caputo–Fabrizio fractional modeling for hearing loss due to Mumps virus with optimal control*” yang ditulis oleh (**Mohammadi dkk, 2021**). Modifikasi yang akan dilakukan yaitu menambahkan kompartemen populasi individu yang terekspos (E) dan populasi individu yang terinfeksi (I). Kemudian penulis juga akan memodifikasi laju penyebaran penyakit *mumps* yang semula *bilinear incidence rate* menjadi *saturated incidence rate*. Modifikasi ini didasari pada jumlah penyebaran penyakit *mumps* yang tinggi pada beberapa waktu lalu, dikarenakan tingkat kesadaran populasi manusia sehat masih cukup rendah. *Saturated incidence rate* memperhatikan efek kejenuhan (kepadatan) populasi terinfeksi. Ketika kepadatan populasi terinfeksi semakin meningkat, populasi sehat cenderung berhati-hati sehingga tidak mudah tertular oleh individu terinfeksi.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang maka akan dirumuskan beberapa masalah yang akan dibahas dalam penulisan ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana analisis kestabilan titik setimbang pada model matematika penyebaran penyakit *mumps*?

2. Bagaimana bentuk kontrol optimal pada model matematika penyebaran penyakit *mumps*?
3. Bagaimana hasil simulasi numerik dan interpretasi simulasi numerik dari model matematika penyebaran penyakit *mumps* sebelum dan sesudah diberi kontrol?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka terdapat beberapa tujuan yang ingin dicapai diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis kestabilan titik setimbang pada model matematika penyebaran penyakit *mumps*.
2. Menerapkan kontrol optimal pada model matematika penyebaran penyakit *mumps*.
3. Mengetahui hasil simulasi numerik dan interpretasi dari simulasi numerik model matematika penyebaran penyakit *mumps* sebelum dan sesudah diberi kontrol

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini:

1. Bagi Penulis, penelitian ini bermanfaat sebagai sarana latihan untuk menambah pemahaman dan penguasaan materi mengenai penerapan ilmu matematika.
2. Bagi Pembaca, penelitian ini bermanfaat sebagai rujukan pertimbangan dan acuan untuk penelitian selanjutnya dalam pengembangan model matematika penyebaran penyakit *mumps*.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penulisan ini adalah sebagai berikut:

1. Model matematika penyebaran penyakit *mumps* yang digunakan dalam penelitian ini merujuk pada jurnal yang ditulis **Mohammadi dkk. (2021)**

dengan judul “*A theoretical study of the Caputo–Fabrizio fractional modeling for hearing loss due to Mumps virus with optimal control*”.

2. Variabel kontrol yang diberikan berupa pengobatan dan pencegahan dengan vaksinasi