

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Munculnya wabah baru akibat infeksi virus *monkeypox* di berbagai belahan dunia menjadi perhatian global beberapa tahun terakhir. Penyakit cacar monyet atau *monkeypox* merupakan penyakit menular yang disebabkan virus *monkeypox* (MPXV), yang termasuk dalam genus *orthopoxvirus*. *Monkeypox* pertama kali diidentifikasi pada salah satu spesies monyet pada tahun 1958 di Copenhagen, Denmark dan pada tahun 1970 di Republik Demokratik Kongo ditemukan kasus pertama pada manusia (Budiyarto et al., 2023). Penyebaran virus *monkeypox* banyak ditemukan pada individu yang melakukan kontak erat dengan hewan atau manusia yang terinfeksi atau benda yang terkontaminasi virus. Penularannya dapat terjadi melalui air liur, darah, lesi kulit atau cairan pada cacar, cairan tubuh, atau saluran pernapasan.

Berdasarkan laporan Kementerian Kesehatan hingga tahun 2024, total akumulasi kasus *monkeypox* yang tercatat di Indonesia sekitar 88 kasus terkonfirmasi dan dinyatakan sembuh serta belum ada kasus meninggal (Kemenkes, 2024). Pada Januari 2022 hingga Agustus 2024, kasus *monkeypox* telah mendekati angka 100 ribu kasus yang dilaporkan oleh lebih dari 120 negara. Di antara 100 ribu kasus *monkeypox* yang terjadi, terdapat 220 kematian (WHO, 2024).

Pada konteks penyebaran *monkeypox* terdapat asumsi yang perlu dipertimbangkan, yaitu kebijakan karantina. Kebijakan karantina merupakan upaya pemisahan individu yang telah terkonfirmasi terinfeksi dari populasi yang rentan terhadap penyakit. Kebijakan karantina menjadi salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi laju penularan penyakit, meskipun implementasinya sering menghadapi tantangan sosial dan ekonomi (Budiyarto et al., 2023). Dengan mempertimbangkan faktor kebijakan karantina diperlukan pendekatan analitik untuk memahami penyebaran *monkeypox* dan merancang kebijakan pengendalian yang efektif. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah pemodelan matematika.

Model matematika yang dapat digunakan adalah model epidemi *SEIR* atau pengembangannya. Model *SEIR* dibagi kedalam empat subpopulasi yaitu subpopulasi individu sehat namun rentan terhadap penyakit (*susceptible*), subpopulasi individu yang terpapar penyakit (*exposed*), subpopulasi individu terinfeksi penyakit (*infectious*), dan subpopulasi individu sembuh dari penyakit (*recovered*) (Aziziah, 2017). Model ini membantu menganalisis pola penularan, dampak intervensi, dan dinamika penyebaran penyakit.

Pendekatan kontrol optimal pada pemodelan matematika juga dapat membantu dalam menentukan kebijakan pengendalian penyebaran *monkeypox*. Dalam pengendaliannya, vaksinasi dapat digunakan sebagai strategi utama (Khoerunnisa & Adi, 2021). Vaksinasi ini akan digunakan sebagai alat kontrol optimal menggunakan Prinsip Maksimum Pontryagin (PMP). Strategi kontrol optimal tidak hanya penting secara medis, tetapi juga selaras dengan ajaran Islam tentang menjaga diri dari bahaya, sebagaimana sabda Rasulullah Sallallahu Alaihi Wasallam:

إِذَا سَمِعْتُمْ بِالطَّاغُوتِ فَلَا بَأْسَ تَدْخُلُوهَا، وَإِذَا وَقَعَ بِأَرْضٍ وَأَنْتُمْ بِهَا فَلَا تَخْرُجُوا مِنْهَا

“Jika kamu mendengar wabah di suatu tempat, maka janganlah kalian memasukinya. Tapi jika terjadi wabah di tempat kamu berada, maka jangan tinggalkan tempat itu.” (HR Bukhari)

Hadist ini menjelaskan tentang perintah menghindari penyakit menular. Ketika terjadi penularan penyakit di suatu tempat, maka penduduk yang berada di luar, dilarang memasuki tempat tersebut. Sedangkan penduduk yang berada di dalamnya dilarang untuk meninggalkan tempat tersebut. Hal ini mendukung upaya pencegahan penyakit agar laju penularan tidak meningkat.

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis tertarik untuk mengkaji pemodelan matematika kasus *monkeypox* dengan asumsi seperti adanya faktor kebijakan karantina. Selain itu, diberikan kontrol optimal pada model penyebaran penyakit berupa vaksinasi. Oleh karena itu, judul penelitian ini adalah **Aplikasi Kontrol Optimal pada Model Matematika Penyebaran Monkeypox dengan Karantina.**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, permasalahan yang akan dibahas yaitu:

1. Bagaimana model matematika penyebaran *monkeypox* dengan karantina tanpa kontrol?
2. Bagaimana hasil analisis dinamik model matematika penyebaran *monkeypox* dengan karantina tanpa kontrol, beserta simulasi numeriknya?
3. Bagaimana aplikasi kontrol optimal berupa vaksinasi pada model matematika penyebaran *monkeypox* dengan karantina?
4. Bagaimana hasil simulasi numerik dan interpretasinya untuk model matematika penyebaran *monkeypox* dengan karantina setelah diberikan kontrol berupa vaksinasi?

C. Batasan Masalah

Penelitian ini terbatas pada:

1. Pemodelan matematika penyebaran *monkeypox* yang berfokus pada transmisi antar manusia.
2. Aplikasi kontrol optimal dengan menggunakan tindakan vaksinasi sebagai kontrol.

D. Tujuan Penelitian

Mengacu pada rumusan masalah, tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Memodelkan penyebaran *monkeypox* dengan karantina tanpa kontrol.
2. Menganalisis dinamika model matematika penyebaran *monkeypox* dengan karantina tanpa kontrol, beserta simulasi numeriknya.
3. Mengaplikasikan kontrol optimal berupa vaksinasi pada model matematika penyebaran *monkeypox* dengan karantina.
4. Mengetahui hasil simulasi numerik dan interpretasi untuk model matematika penyebaran *monkeypox* dengan karantina setelah diberikan kontrol berupa vaksinasi.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat adanya penulisan penelitian ini adalah:

1. Dapat menambah wawasan tentang model penyebaran *monkeypox* serta pengendalian optimalnya menggunakan vaksinasi.
2. Dapat dijadikan sumber referensi dalam penelitian selanjutnya, khususnya dibidang pemodelan matematika penyebaran dan pengendalian *monkeypox*.

