

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Coronavirus disease 2019 (COVID-19) merupakan penyakit menular yang menyebabkan infeksi saluran napas pada manusia. Penyakit ini pertama kali teridentifikasi pada Desember 2019 di Wuhan, Tiongkok [1]. Dalam waktu yang singkat, virus ini menyebar cepat ke seluruh dunia dan menimbulkan krisis di berbagai sektor kehidupan seperti kesehatan, sosial, ekonomi, bahkan pendidikan. Tingginya tingkat penularan serta peningkatan jumlah kasus yang signifikan menyebabkan COVID-19 ditetapkan sebagai pandemi oleh World Health Organization (WHO) pada Maret 2020 [2].

Pandemi COVID-19 juga memberikan dampak signifikan di Indonesia. Sejak kasus pertama diumumkan pada Maret 2020, pandemi telah menyebar ke seluruh provinsi di Indonesia dan menyebabkan lonjakan kasus yang signifikan. Berdasarkan laporan World Health Organization (WHO), jumlah kasus terkonfirmasi COVID-19 di Indonesia telah mencapai jutaan kasus, dengan ratusan ribu kematian yang dilaporkan selama masa pandemi [3]. Data epidemiologis tersebut mencerminkan dinamika penyebaran yang kompleks, yang dipengaruhi oleh faktor demografis dan kebijakan kesehatan masyarakat. Kondisi ini menjadikan pandemi di Indonesia sebagai tantangan signifikan bagi

sistem kesehatan serta memerlukan strategi pengendalian yang efektif.

Salah satu pendekatan ilmiah yang terbukti efektif dalam menganalisis penyebaran penyakit menular adalah melalui pemodelan matematika. Pemodelan matematika berperan penting dalam merepresentasikan fenomena dunia nyata ke dalam bentuk persamaan matematika sehingga dinamika penyebaran penyakit dapat dianalisis secara kuantitatif [4]. Melalui pemodelan matematika, faktor-faktor yang memengaruhi penularan penyakit serta potensi dampak dari suatu kebijakan pengendalian dapat dipelajari secara lebih mendalam.

Dalam epidemiologi matematis, salah satu model dasar yang paling banyak digunakan adalah model SIR (*Susceptible-Infected-Recovered*). Model ini membagi populasi ke dalam tiga kompartemen utama, yaitu kelompok rentan (*Susceptible*), kelompok terinfeksi (*Infected*), dan kelompok pulih (*Recovered*), yang masing-masing dinyatakan sebagai fungsi terhadap waktu [5]. Meskipun sederhana, model ini mampu menggambarkan dinamika dasar penyebaran penyakit menular dan menjadi fondasi bagi pengembangan model epidemiologi yang lebih kompleks.

Penelitian terdahulu telah mengembangkan model SIR dengan fungsi insidensi konveks untuk merepresentasikan mekanisme penularan penyakit secara lebih realistis dibandingkan pendekatan SIR klasik. Salah satu penelitian yang membahas hal tersebut dilakukan oleh Rahim ud Din dkk. (2020), yang memformulasikan model SIR dengan insidensi konveks dan menganalisis dinamika sistem secara matematis [6]. Penelitian tersebut mengkaji eksistensi

titik ekuilibrium bebas penyakit dan endemik, menentukan bilangan reproduksi dasar, serta menganalisis kestabilan lokal dan global sistem. Hasil analisis menunjukkan bahwa bentuk insidensi konveks memengaruhi sifat kestabilan dan perilaku jangka panjang solusi sistem.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Rahim ud Din dan Algehyne (2021) dengan mengaplikasikan model SIR insidensi konveks pada penyebaran COVID-19 menggunakan data epidemi dari Pakistan [7]. Dalam penelitian tersebut, model diperluas dengan mempertimbangkan parameter demografis dan epidemiologis, termasuk kematian akibat penyakit, serta dianalisis kestabilan sistemnya melalui pendekatan matematis yang didukung oleh simulasi numerik berbasis data riil.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini mengkaji kembali model SIR dengan insidensi konveks yang dikembangkan oleh Rahim ud Din dkk. dengan menerapkannya pada data COVID-19 di Indonesia serta menambahkan parameter kematian akibat penyakit (η_0) pada kompartemen terinfeksi [6]. Penambahan parameter ini bertujuan untuk memperoleh representasi dinamika populasi dan penyebaran penyakit COVID-19 secara lebih realistis. Analisis yang dilakukan meliputi penentuan titik ekuilibrium, perhitungan bilangan reproduksi dasar, serta analisis sensitivitas parameter bilangan reproduksi dasar. Selanjutnya, hasil analisis didukung oleh simulasi numerik berbasis data epidemi Indonesia guna melihat relevansi model terhadap dinamika penyebaran penyakit di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana membentuk model epidemi SIR COVID-19 dengan tingkat insidensi konveks yang melibatkan parameter kematian akibat penyakit?
2. Bagaimana kestabilan model epidemi SIR dengan tingkat insidensi konveks dalam kasus penyebaran COVID-19?
3. Bagaimana menentukan bilangan reproduksi dasar dari model epidemi SIR dengan tingkat insidensi konveks?
4. Bagaimana sensitivitas bilangan reproduksi dasar (R_0) terhadap perubahan parameter model?
5. Bagaimana hasil simulasi numerik model dan interpretasinya terhadap dinamika penyebaran COVID-19 di Indonesia?



1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membentuk model epidemi SIR dengan tingkat insidensi konveks yang melibatkan parameter kematian akibat penyakit.
2. Menganalisis kestabilan model epidemi SIR dengan tingkat insidensi konveks dalam kasus penyebaran COVID-19.

3. Menentukan bilangan reproduksi dasar (R_0) dari model epidemi SIR COVID-19 dengan tingkat insidensi konveks.
4. Menganalisis sensitivitas bilangan reproduksi dasar (R_0) terhadap perubahan parameter model.
5. Menginterpretasikan hasil simulasi numerik terhadap dinamika penyebaran COVID-19 di Indonesia.

1.4 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut: Bab I Pendahuluan berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian dan sistematika penulisan. Bab II Landasan Teori memuat teori yang mendukung penelitian yang akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam tugas akhir ini. Bab III Pembahasan menjelaskan konstruksi model matematika penyebaran penyakit COVID-19 dengan tingkat insidensi konveks, analisis kestabilan model, dan simulasi numerik dari model tersebut. Bab IV Penutup memuat kesimpulan dan saran.