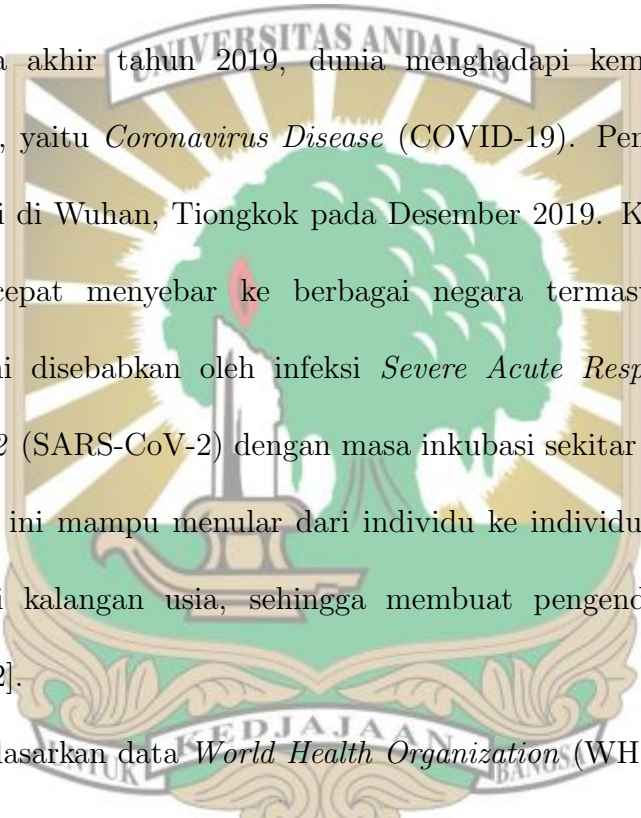


BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang



Pada akhir tahun 2019, dunia menghadapi kemunculan penyakit menular baru, yaitu *Coronavirus Disease* (COVID-19). Penyakit ini pertama kali terdeteksi di Wuhan, Tiongkok pada Desember 2019. Kemudian penyakit ini dengan cepat menyebar ke berbagai negara termasuk Indonesia [1]. COVID-19 ini disebabkan oleh infeksi *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus-2* (SARS-CoV-2) dengan masa inkubasi sekitar 10 sampai 14 hari [2]. Penyakit ini mampu menular dari individu ke individu tanpa gejala dan dari berbagai kalangan usia, sehingga membuat pengendaliannya menjadi sangat sulit [2].

Berdasarkan data *World Health Organization* (WHO) hingga tanggal 7 September 2025 total kasus COVID-19 di dunia mencapai 778.612.822 dengan 7.101.631 orang meninggal dunia. Di Indonesia sendiri total kasusnya mencapai 6.830.274 kasus dengan 162.059 orang meninggal dunia [3].

Pandemi ini tidak hanya menimbulkan krisis kesehatan, tetapi juga memberikan dampak yang besar terhadap aspek sosial, ekonomi, dan pendidikan global. Oleh karena itu, diperlukan cara untuk menekan angka penyebaran COVID-19. Untuk meminimalisir angka tersebut, diperlukan

strategi seperti mengisolasi individu yang terinfeksi dan mengurangi pergerakan individu yang terinfeksi dari satu tempat ke tempat lain. Oleh karena itu, selama pandemi COVID-19, perjalanan internasional dan domestik dikurangi secara signifikan melalui kebijakan pembatasan seperti Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat (PPKM), yang terbukti menurunkan laju penularan [2].

Strategi pengendalian tersebut sudah efektif, namun diperlukan analisis secara mendetail untuk memahami dinamika penularan COVID-19. Oleh karena itu, banyak ahli matematika yang terdorong untuk membuat model matematika khususnya model matematika epidemi [4].

Beberapa kajian bentuk model matematika epidemi telah dilakukan oleh beberapa peneliti, lihat [2], [5], [6]. Penelitian oleh Pala dkk. (2022) mengembangkan model SEIQR (*Susceptible, Exposed, Quarantine, Infected, Recovered*) berbasis data nyata di lima negara bagian India yaitu Maharashtra, Kerala, Uttar Pradesh, Delhi, dan West Bengal. Penelitian mereka menghitung bilangan reproduksi dasar (R_0) dan melakukan analisis sensitivitas (R_0) untuk mengidentifikasi parameter yang paling berpengaruh terhadap penyebaran penyakit, serta memprediksi waktu puncak infeksi sekitar 120 hari setelah kebijakan pembatasan diberlakukan [5]. Selanjutnya, penelitian oleh Suniantara dkk. (2023) menggunakan model SIR yang membagi populasi menjadi tiga subpopulasi untuk mengestimasi penyebaran COVID-19 di Provinsi Bali. Hasilnya menunjukkan bahwa pandemi diperkirakan berakhir pada Agustus 2024. [6].

Penelitian oleh Youseff dkk. (2020) mengembangkan model SEIR yang dimodifikasi berdasarkan data nyata penyebaran COVID-19 di Arab Saudi. Pada model ini, populasi dibagi menjadi 4 subpopulasi, yaitu *Susceptible Class* (S) merupakan subpopulasi yang sehat tetapi rentan terinfeksi penyakit, *Exposed Class* (E) merupakan subpopulasi yang terpapar infeksi tetapi belum terdeteksi melalui pengujian, *Infected Class* (I) merupakan subpopulasi orang-orang yang dikonfirmasi telah terinfeksi dan sedang dalam perawatan, dan *Recovered Class* (R) merupakan subpopulasi yang tinggal di zona aman, telah sembuh atau tidak terpengaruh oleh COVID-19. Hasil penelitian [2] menunjukkan bahwa model SEIR yang dimodifikasi memiliki kesesuaian yang baik dengan data nyata sehingga dapat digunakan untuk memprediksi penyebaran COVID-19 di masa mendatang [2].

Untuk melihat penyebaran COVID-19 di Indonesia, penelitian ini menggunakan model SEIR yang dimodifikasi yang merujuk pada penelitian oleh Youseff dkk. (2020) dan dikaji kembali dengan penambahan parameter tingkat kematian akibat COVID-19, karena pada kenyataannya kematian akibat infeksi juga banyak terjadi. Parameter ini tidak dilibatkan dalam penelitian [2]. Pada penelitian ini akan ditentukan kestabilan dari model melalui dua titik ekuilibrium.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan yang akan dikaji pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana konstruksi model SEIR yang dimodifikasi dengan penambahan parameter laju kematian akibat penyakit pada penyebaran COVID-19?
2. Bagaimana kestabilan dari model SEIR yang telah dimodifikasi pada penyebaran penyakit COVID-19?
3. Bagaimana bilangan reproduksi dasar dari model SEIR yang dimodifikasi tersebut?
4. Bagaimana sensitivitas relatif bilangan reproduksi dasar (R_0) akibat perubahan nilai parameter model?
5. Bagaimana interpretasi simulasi numerik dari data model dinamika untuk kasus penyebaran penyakit COVID-19 di Indonesia?

1.3 Tujuan Penulisan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penulisan penelitian ini adalah:

1. Menjelaskan konstruksi model SEIR yang dimodifikasi dengan penambahan parameter pada penyebaran COVID-19.
2. Menganalisis kestabilan dari model SEIR yang telah dimodifikasi pada penyebaran penyakit COVID-19.
3. Menentukan bilangan reproduksi dasar dari model SEIR yang dimodifikasi tersebut.

4. Menjelaskan bagaimana sensitivitas relatif bilangan reproduksi dasar (R_0) akibat perubahan nilai parameter model.
5. Menginterpretasikan simulasi numerik dari data model dinamika untuk kasus penyebaran penyakit COVID-19 di Indonesia.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penulisan penelitian ini adalah:

1. Model ini mengkaji dinamika penyebaran penyakit dengan menggunakan model SEIR dengan penambahan parameter tingkat kematian akibat penyakit
2. Semua individu dalam satu kompartemen dianggap memiliki karakteristik yang sama, tanpa mempertimbangkan faktor usia, jenis kelamin, atau riwayat kesehatan yang dapat mempengaruhi tingkat kerentanan atau kecepatan kesembuhan.
3. Faktor-faktor luar seperti perubahan cuaca, mutasi genetik virus, maupun kebijakan pemerintah yang berubah secara mendadak, tidak dimasukkan ke dalam model.
4. Penelitian ini membatasi ruang lingkup pengamatan pada periode satu tahun, yaitu mulai 1 Mei 2020 hingga 30 April 2021. Batasan waktu ini dipilih untuk mencakup satu siklus tahunan yang lengkap, mulai dari awal periode hingga mencapai titik puncak pandemi pada akhir pengamatan.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini terdiri dari empat bab yaitu: Bab I pendahuluan, yang memuat latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, dan sistematika penulisan. Bab II landasan teori, berisi tentang materi dasar dan materi pendukung yang akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini. Bab III pembahasan, yang memuat konstruksi model SEIR pada Penyebaran COVID-19, analisis kestabilan model, serta simulasi numerik. Bab IV berisi kesimpulan dan saran berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh.

