

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada akhir tahun 2019, dunia digemparkan dengan adanya suatu penyakit yang mewabah di China. Penyakit tersebut ditemukan pada Desember tahun 2019 di Wuhan dan merupakan suatu penyakit yang menjadi penyebab dunia mengalami pandemi. Penyakit ini disebabkan oleh virus *corona* yang berbahaya dan memiliki intensitas penularan yang cukup tinggi. Virus ini menyebabkan lebih dari 1.800 orang tewas dan menginfeksi lebih dari 70.000 orang dalam kurun waktu 50 hari pertama pandemi (Parthasarathy dan Vivekanandan, 2020). Virus ini dilaporkan menjadi kelompok virus *corona* baru, sehingga virus ini diberi nama virus *corona* Wuhan atau novel virus *corona* 2019 (2019-mCoV) oleh para peneliti di China namun *International Comminte on Taxonomy of Viruses* (ICTV) menamai virus ini sebagai SARS-CoV-2 dan menamai penyakitnya sebagai penyakit COVID-19 (Shereen et al, 2020). Penyakit ini menular melalui kontak antar manusia, terutama melalui percikan pernafasan (*droplet*) yang dihasilkan ketika batuk atau bersin (Kemenkes RI, 2020).

Munculnya penyakit COVID-19 ini memicu perhatian masyarakat secara global sehingga pada 30 Januari 2020 *World Health Organization* (WHO) menyatakan bahwa COVID-19 sebagai darurat kesehatan masyarakat yang menjadi perhatian Internasional (Velavan dan Meyer, 2020). Penyebaran penyakit COVID-19 pada saat itu berlangsung cukup cepat hingga menyebar ke berbagai negara. Hal tersebut menyebabkan banyak negara-negara yang memberikan batasan perjalanan bagi masyarakatnya dengan tujuan untuk mengurangi penyebaran dari penyakit ini. Penyebaran penyakit yang berlangsung cepat ini membuat *World Health Organization* (WHO) mengumumkan penyakit COVID-19 pada 12 Maret 2020 sebagai pandemi.

Indonesia merupakan negara yang memiliki penduduk terpadat keempat di dunia, maka dari itu Indonesia menjadi negara yang terkena dampak yang sangat hebat akibat penyakit COVID-19 dalam waktu yang lama. Dampak bagi Indonesia menjadi sangat hebat setelah kasus pertama, dimana tiga bulan setelah penemuan kasus pertama tepatnya pada bulan Juni 2020, terkonfirmasi jumlah kasus di Indonesia berjumlah 31.186 kasus dan 1.850 kasus yang meninggal (Kemenkes RI, 2020). Pada saat ini, penyebaran penyakit ini masih terus berlangsung, bahkan dilansir dari situs JHU CSSE COVID-19 pada tanggal 29 Oktober 2022, terdapat 3.141 temuan baru kasus COVID-19 di Indonesia dan terdapat 27 orang yang meninggal dunia akibat penyakit COVID-19 yang terjadi di Indonesia. Indonesia juga masuk sebagai peringkat 20 dunia dalam tingkat

kasus positif COVID-19 (WHO, 2023). Penyebaran penyakit COVID-19 saat itu tentunya dipengaruhi oleh perpindahan penduduk dari suatu wilayah ke wilayah lainnya atau yang biasa disebut dengan migrasi. Migrasi akan dapat mempengaruhi penyebaran penyakit karena banyaknya orang-orang yang rentan terhadap penyakit berdatangan dari daerah lain (seperti pengungsi, migrasi ekonomi atau turis), hal tersebut tentu dapat menjadi penyebab berjangkitnya penyakit menular ke daerah yang baru dimasuki. Oleh karena itu, untuk memprediksi penyebaran penyakit menular tersebut dapat dilakukan dengan pemodelan matematika.

Dalam matematika 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 salah satu cara untuk merepresentasikan persoalan kompleks ke dalam bentuk matematika. Model matematika merupakan abstraksi, penyederhanaan, dan konstruksi matematika terkait bagian dari kenyataan dan didesain untuk tujuan khusus. Dengan demikian, model matematika harus merepresentasi dari permasalahan yang diteliti (Ndii M Z, 2018). Pada permasalahan penyebaran penyakit COVID-19 ini, pemodelan dilakukan untuk melihat struktur kualitatif penyebaran penyakit dalam kurun waktu tertentu dengan analisis dinamik. Penyusunan model penyebaran penyakit COVID-19 ini didasari oleh model SEIR yang mengelompokkan individu-individu ke dalam beberapa populasi berdasarkan status kesehatan dari masing-masing populasi. Model SEIR yang digunakan terdiri dari populasi *Susceptible* (S), populasi *Exposed* (E), populasi *Infected* (I) dan populasi *Removed* (R) (Yong dan Owen, 2015).

Beberapa penelitian terdahulu mengenai epidemiologi penyakit COVID-19 yaitu penelitian yang dilakukan oleh Yulida dan Karim (2020), peneliti mengembangkan model SIRD, dengan tujuan untuk menjelaskan implementasi *New Normal* di Borneo sehingga dapat memperkirakan tingkat individu yang terinfeksi, sembuh dan yang mengalami kematian dari COVID-19 dengan menggunakan hasil analisis tingkat kesembuhan meningkat dan tingkat kematian menurun. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Resmawan dan Yahya (2020) yang mengembangkan model matematika SEAQIR, dimana model tersebut mempertimbangkan kasus penyebaran yang disebabkan oleh interaksi individu rentan yang telah terpapar dan model ini fokus pada pembahasan pola penyebaran virus diantara manusia.

Analisis yang dilakukan pada model penyebaran penyakit umumnya membahas perubahan populasi dan mengetahui waktu dari laju perubahan

setiap populasi yang mengalami penambahan atau penurunan populasi tanpa memperhatikan kecepatan penyebaran penyakit yang terjadi dari populasi tersebut. Namun, pada permasalahan yang sebenarnya populasi yang menjadi fokus penelitian bisa melakukan penyebaran melebihi ruang lingkup yang biasa diasumsikan hingga saat ini, sehingga terdapat suatu kecepatan dari penyebaran penyakit dalam populasi tersebut. Misalnya, ketika terdapat suatu tempat yang telah dipenuhi oleh suatu populasi, maka populasi itu akan menyebar ke tempat lain, proses penyebaran ini dinamakan proses difusi. Penyebaran yang dimaksud dapat dikatakan sebagai suatu pergerakan dinamis yang dilakukan individu-individu di suatu populasi. Jika individu-individu bergerak secara dinamis, maka pergerakan tersebut akan bergantung pada kecepatan *traveling wave*. Oleh karena itu, analisis terhadap eksistensi *traveling wave* perlu dilakukan untuk mengetahui penyebaran secara lebih meluas (Hariyanto et al, 2016).

Penelitian terdahulu yang membahas mengenai *traveling wave* dari suatu model penyebaran penyakit yaitu penelitian yang dilakukan oleh Rozi (2018) dimana penelitian tersebut membahas deskripsi dan analisis penyebaran penyakit Mers melalui sistem reaksi difusi. Penelitian tersebut membahas keberadaan solusi *traveling wave* dan menganalisa kecepatan penyebaran virusnya. Penelitian selanjutnya yaitu penelitian Qomarudin et al (2020) dimana penelitian tersebut membahas analisis kestabilan dan *traveling wave* pada model penyebaran virus ebola. Penelitian ini menggunakan model matematika SEIR yang bertujuan untuk mengamati tingkah laku dari sistem yang dibentuk dan mengkonstruksi model *traveling wave* sehingga didapatkan kecepatan minimum dari gelombang penyebaran penyakit ebola. Penelitian selanjutnya yang relevan dengan penelitian ini merupakan penelitian dari Euchalypta et al (2021) yang membahas analisis eksistensi *traveling wave* pada model SIR penyebaran penyakit COVID-19 dengan menggunakan persamaan difusi. Penelitian ini menggunakan model matematika SIR sederhana yang bertujuan melihat eksistensi *traveling wave* pada penyebaran penyakit COVID-19.

Menurut Haqqul (2020), analisis eksistensi *traveling wave* dimulai dengan menambahkan persamaan difusi yang merepresentasikan persamaan *traveling wave* ke dalam model penyebaran penyakit yang telah dibentuk. Kemudian titik tetap yang diperoleh dari model dilinierisasi dan terakhir yaitu mencari kecepatan minimum dari sistem yang dibentuk untuk mengetahui ada atau tidaknya *traveling wave* pada penyebaran COVID-19. Pada penelitian ini dilakukan pengamatan mengenai penyebaran penyakit COVID-19 menggunakan model SEIRS. Penelitian ini juga menekankan analisis dinamik untuk menentukan

kestabilan dari sistem dan melakukan analisis eksistensi *traveling wave* yang terjadi untuk mengetahui pergerakan yang terjadi dari suatu populasi.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang permasalahan, diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana model matematika untuk penyebaran penyakit COVID-19 di Indonesia?
2. Bagaimana struktur kualitatif dari model penyebaran penyakit COVID-19 di Indonesia?
3. Apakah terdapat solusi *Traveling wave* pada model penyebaran penyakit COVID-19 di Indonesia? dan berapa kecepatan penyebaran penyakitnya?
4. Bagaimana simulasi numerik dari solusi model matematika penyebaran penyakit COVID-19 di Indonesia?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah, diperoleh tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Mengetahui model matematika untuk penyebaran penyakit COVID-19 di Indonesia.
2. Mengetahui struktur kualitatif dari model penyebaran penyakit COVID-19 di Indonesia.
3. Mengetahui ada atau tidaknya *Traveling wave* pada model penyebaran penyakit COVID-19 di Indonesia dan mengetahui kecepatan penyebaran penyakitnya.
4. Mengetahui simulasi numerik dari solusi model matematika penyebaran penyakit COVID-19 di Indonesia.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

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

1. Mengetahui struktur kualitatif dari model penyebaran penyakit COVID-19 berdasarkan analisis yang dilakukan.
2. Mengetahui kecepatan penyebaran penyakit COVID-19 dengan mengamati *traveling wave* tersebut.
3. Mempermudah dalam menjelaskan dinamika keadaan populasi selama terjadinya COVID-19.