

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dunia saat ini tengah waspada dengan penyebaran sebuah virus yang dikenal dengan *Virus Corona* atau *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2* (SARS-CoV-2). Virus ini merupakan jenis baru dari *Coronavirus* yang merupakan kelompok dari keluarga virus menular yang dapat mengakibatkan penyakit mulai dari flu hingga penyakit yang lebih parah seperti *Middle East Respiratory Syndrome* (MERS-CoV) dan *Severe Acute Respiratory Syndrome* (SARS-CoV). Infeksi *Virus Corona* disebut *Covid-19* (Corona Virus Disease 2019), yang ditemukan pada tahun 2019 dan belum pernah diidentifikasi dapat menyerang manusia sebelumnya (WHO 2020).

Kasus *Covid-19* pertama kali ditemukan di kota Wuhan, China pada akhir Desember 2019. Penyebaran virus ini begitu cepat dan telah menyebar hampir semua negara di dunia. Penyebab awal munculannya *Covid-19* ini diduga merupakan penyakit pneumonia yang tandai dengan penyakit flu dengan gejalanya seperti batuk, demam, kelelahan, sesak napas, dan kehilangan nafsu makan. Tetapi tidak seperti influenza, *Covid-19* dapat berkembang dengan cepat hingga menyebabkan infeksi yang lebih berbahaya dan gagal organ. Kondisi darurat dapat terjadi pada pasien yang memiliki riwayat penyakit sebelumnya. Akibat dari penyebaran *Covid-19* yang begitu cepat, Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menetapkan *Covid-19* sebagai pandemi pada tanggal 11 Maret 2020. Status *Covid-19* sebagai pandemi atau epidemi global menunjukkan bahwa penyebaran *Covid-19* begitu cepat sehingga tidak ada yang bisa memastikan untuk terhindar dari penyebaran *Covid-19* (Mona 2020).

Secara umum, penularan *Covid-19* antar manusia terjadi melalui droplet atau cairan yang dikeluarkan saat batuk atau bersin yang mengakibatkan cairan tersebut menempel di benda sekitar. Cairan yang mengandung *Virus Corona* rentan terkena orang lain jika bersentuhan langsung ketika berjabat tangan dengan orang yang terinfeksi *Virus Corona* kemudian menyentuh daerah wajah, sehingga pada saat mengambil napas virus tersebut masuk ke paru-paru. Oleh karena itu, upaya

yang harus dilakukan agar terhindar dari penularan *Virus Corona* adalah dengan mencuci tangan, memakai masker dan menjaga jarak (Yanti 2020).

Terdapat banyak orang yang tampak sehat namun sebenarnya terinfeksi *Covid-19*, kondisi tersebut tergolong ke dalam orang tanpa gejala. Penyebaran yang terinfeksi *Covid-19* tanpa gejala juga menjadi sumber penularan *Covid-19* kepada orang lain. Untuk lebih memahami peran penyebaran dari orang yang terinfeksi dengan gejala klinis dan penyebaran dari orang yang terinfeksi tanpa gejala klinis perlu dibedakan. Perbedaan ini penting dalam pengembangan strategi kesehatan masyarakat untuk mengendalikan penyebaran virus.

Penyebaran dari orang yang terinfeksi tanpa gejala sulit diteliti. Namun, upaya penelusuran kontak yang teliti serta investigasi epidemiologis pada kasus dan bersentuhan langsung dapat memberikan informasi. Penelitian transmisi yang tersedia dan sebuah pengkajian sistematis pracetak baru mengindikasikan bahwa kemungkinan orang tanpa gejala mentransmisikan virus ini lebih rendah daripada orang-orang yang menunjukkan gejala (WHO 2020).

Salah satu intervensi kesehatan yang paling banyak digunakan untuk mengatasi penyebaran suatu penyakit menular adalah vaksinasi. Pengembangan vaksinasi yang aman dan efektif dalam pencegahan penularan penyakit menular sangat penting karena diharapkan dapat menekan penyebarannya dan mencegah terulangnya kembali di masa depan. Vaksinasi sudah banyak digunakan untuk mencegah berbagai penyakit. Hal ini tidak menutup kemungkinan vaksinasi dapat digunakan untuk mencegah penyebaran *Covid-19*, penyakit yang sekarang sedang melanda dunia (Sari 2020).

Akibat banyaknya kematian yang disebabkan oleh *Covid-19*, maka semua negara dan berbagai pihak terlibat aktif dalam memberikan atau mencari solusi yang tepat untuk penanganan penularan *Covid-19*, antara lain termasuk para pakar pemodelan matematika dari berbagai negara. Pemodelan matematika merupakan salah satu alat utama perencanaan epidemi, yang dapat membantu memecahkan masalah *Covid-19*. Dengan pemodelan matematika, dapat mengidentifikasi hubungan penyebaran *Covid-19* dengan berbagai parameter epidemiologi dapat memberikan solusi untuk perencanaan dan mempertimbangkan tindakan pengendalian yang tepat (Resmawan 2020).

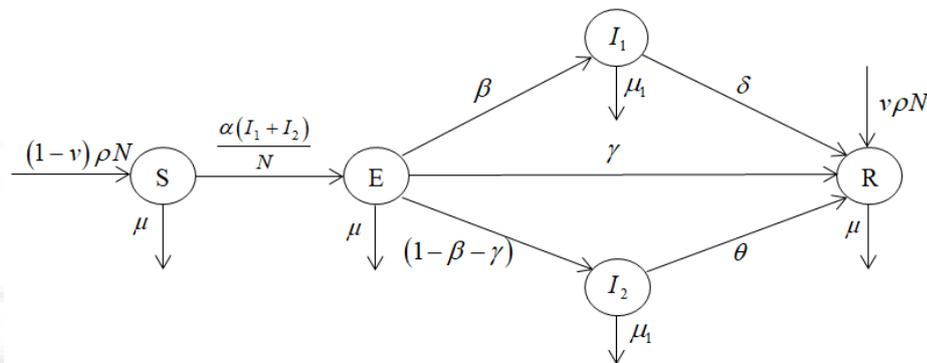
Model epidemi yang biasa digunakan dalam menganalisa penyebaran penyakit adalah model SIR yang diperkenalkan oleh W.O. Kermack dan Mc. Kedrick yang membagi populasi manusia menjadi beberapa individu di dalam suatu populasi dimana ada individu yang rentan (*susceptible*), individu yang sakit karena terinfeksi virus (*infected*), dan individu sembuh (*recovery*). Namun dalam beberapa macam penyakit terdapat populasi laten dimana suatu individu terinfeksi sampai munculnya penyakit, sehingga adanya periode laten ini menjadi alasan pengembangan model epidemik SEIR yakni munculnya kelas *Exposed* (Iswanto 2012).

Penelitian mengenai penyebaran *Covid-19* telah dilakukan oleh Yulida dan Karim (2020) dengan judul Pemodelan Matematika Penyebaran *Covid-19* Di Provinsi Kalimantan Selatan. Penelitian lainnya dilakukan oleh Kusumo (2020) dengan judul Model Berbasis SIR dalam Prdiksi Awal Penyebaran *Covid-19* di Daerah Istimewa Yogyakarta. Selain daripada dua penelitian tersebut, Resmawan dkk (2020) juga melakukan penelitian yang berjudul Analisis Dinamika Model Transmisi *Covid-19* dengan Melibatkan Intervensi Karantina. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Resmawan dkk. diperkenalkan model matematika penyebaran *Covid-19* dengan mempertimbangkan penyebab infeksi yang terdiri atas tiga subpopulasi yaitu manusia terpapar, kelas manusia terinfeksi tanpa gejala klinis, dan kelas manusia terinfeksi disertai gejala klinis. Resmawan dkk merumuskan model matematika dalam bentuk sistem persamaan diferensial sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\frac{dS}{dt} &= \Pi - \frac{\eta S (\zeta_{se} E + \zeta_{si} I + \zeta_{sa} A)}{N} - \mu S, \\ \frac{dE}{dt} &= \frac{\eta S (\zeta_{se} E + \zeta_{si} I + \zeta_{sa} A)}{N} - (\theta\omega + \sigma\alpha + \mu + \omega - \theta\omega - \sigma\omega) E, \\ \frac{dA}{dt} &= \theta\omega E - (\tau + \mu) A, \\ \frac{dQ}{dt} &= \sigma\alpha E - (\phi e + \beta - \beta\phi + \mu) Q, \\ \frac{dI}{dt} &= (1 - \theta - \sigma)\omega E + \phi e Q - (\rho + \mu + \delta) I, \\ \frac{dR}{dt} &= \tau A + (1 - \phi)\beta Q + \rho I - \mu R.\end{aligned}$$

Penelitian Resmawan, dkk. membahas mengenai eksistensi titik kesetimbangan beserta kestabilannya dengan simulasi untuk menunjukkan secara visual, dinamika populasi dan kontribusi intervensi karantina dalam menekan laju transmisi *Covid-19*. Maka dari itu berdasarkan penelitian sebelumnya, peneliti akan dikembangkan dalam cakupan yang lain yakni penelitian yang akan mengkaji penyebaran *Covid-19* dengan membedakannya subpopulasi infeksi dengan gejala dan subpopulasi infeksi tanpa gejala dengan pengaruh vaksinasi.

Berikut ini adalah modifikasi skema dan model SEIR penyebaran penyakit *Covid-19* dengan pengaruh vaksinasi



Gambar 1.1: Skema Penyebaran Penyakit *Covid-19* dengan Pengaruh Vaksinasi

Berdasarkan Gambar 1.1 maka penyebaran penyakit *Covid-19* dapat dimodelkan dalam bentuk sistem persamaan diferensial nonlinier seperti berikut:

$$\frac{dS}{dt} = (1-v)\rho N - \left(\mu + \frac{\alpha(I_1 + I_2)}{N} \right) S,$$

$$\begin{aligned} \frac{dE}{dt} &= \frac{\alpha(I_1 + I_2)}{N} S - (\mu + \beta + \gamma + (1 - \beta - \gamma)) E \\ &= \frac{\alpha(I_1 + I_2)}{N} S - (\mu + 1) E, \end{aligned}$$

$$\frac{dI_1}{dt} = \beta E - (\mu_1 + \delta) I_1,$$

$$\frac{dI_2}{dt} = (1 - \beta - \gamma) E - (\mu_1 + \theta) I_2,$$

$$\frac{dR}{dt} = \delta I_1 + \theta I_2 + \gamma E + v\rho NR - \mu R.$$

Sehingga berdasarkan uraian diatas, akan dilakukan penelitian dengan judul **“Analisis Kestabilan Model Matematika Dinamika Penyebaran Covid-19 Dengan Pengaruh Vaksinasi Di Sumatera Utara”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana model sistem penyebaran penyakit *Covid-19* model SEIR dengan pengaruh vaksinasi?
2. Bagaimana jenis kestabilan sistem penyebaran *Covid-19* dengan pengaruh vaksinasi di Sumatera Utara?
3. Apakah daerah Sumatera Utara endemik atau bebas penyakit dengan adanya vaksinasi?
4. Bagaimana jumlah populasi penyakit *Covid-19* setelah diberlakukannya vaksinasi di tahun berikutnya?

1.3 Batasan Masalah

Mengingat luasnya masalah yang akan diteliti, maka diberikan batasan masalah yaitu:

1. Populasi diasumsikan tertutup (tidak ada proses emigrasi dan imigrasi).
2. Data yang digunakan adalah data kasus Covif-19 di Sumatera Utara mulai dari Maret 2020 sampai Maret 2021.
3. Pemberian vaksinasi hanya dilakukan pada populasi *Suspect* (S)
4. Individu *Recovered* (R) diasumsikan tidak kembali menjadi individu *Suspect* (S).
5. Simulasi numerik dengan Runge Kutta Orde 4 dilakukan dengan menggunakan Software Matlab.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Mengetahui model sistem penyebaran penyakit *Covid-19* model SEIR dengan pengaruh vaksinasi.

2. Mengetahui jenis kestabilan sistem penyebaran *Covid-19* dengan pengaruh vaksinasi di Sumatera Utara.
3. Mengetahui daerah Sumatera Utara endemik atau bebas penyakit dengan adanya vaksinasi.
4. Mengetahui jumlah populasi penyakit *Covid-19* setelah diberlakukannya vaksinasi di tahun berikutnya.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan diadakannya penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat sebagai berikut :

1. Bagi penulis bermanfaat untuk menambah pengetahuan mengenai model SEIR untuk penyebaran *Covid-19* dengan pengaruh vaksinasi di Sumatera Utara.
2. Bagi pembaca untuk mengetahui laju penyebaran dan kesembuhan *Covid-19* dengan pengaruh vaksinasi di Sumatera Utara.