

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Penyakit menular merupakan penyakit yang dapat ditularkan secara langsung maupun tidak langsung [1]. Penularan secara langsung terjadi ketika seseorang menularkan penyakit langsung kepada orang lain tanpa melalui perantara, misalnya: Infeksi dari droplet kecil yang disebarkan oleh orang sakit, seperti air liur, tuberkulosis, rubella, covid-19, campak, influenza dan lainnya saat bersin [1]. Sementara itu, penularan tidak langsung adalah proses dimana penyakit ini ditularkan melalui perantara. Agen ini bisa berasal dari bakteri, serangga dan kotoran. Misalnya kolera, disentri, dan demam berdarah dengue [1].

Rubella dan campak memiliki kemiripan dalam cara penularannya, yakni melalui droplet yang keluar dari hidung atau mulut orang yang terinfeksi saat berbicara, batuk, atau bersin serta melalui sekresi hidung. Namun, sebenarnya kedua penyakit ini memiliki perbedaan. Campak disebabkan oleh morbillivirus sedangkan rubella disebabkan oleh togovirus jenis rubivirus, keduanya termasuk golongan virus RNA [2]. Penyakit campak dan juga rubella tidak termasuk penyakit yang berbahaya karena virus mudah mati, namun pada penyakit rubella akan berbahaya apabila terjadi pada ibu hamil karena virus dapat melewati placenta dan menginfeksi janin. Sehingga dapat terjadi gangguan pertumbuhan janin apabila usia kehamilan kurang dari 3 bulan. Gangguan tersebut dikenal dengan *Congenital Rubella Syndrome* (CRS).

Untuk mencegah penyakit menular rubella di Indonesia maka pemerintah membuat program rutin vaksinasi campak dan rubella 2017-2018, hal tersebut dilakukan untuk memenuhi target, bahwa penyakit menular campak dan rubella akan tereliminasi pada tahun 2020, namun karena pencapaian tersebut tidak berhasil, maka ditargetkan pada tahun 2023 [2]. Ada beberapa cara lain yang dapat digunakan untuk memudahkan penanganan penyakit selain program yang telah disebutkan, salah satunya adalah menggunakan pemodelan matematika. Pemodelan matematika dapat membantu mengenali bagaimana virus menyebar dengan

melibatkan beberapa kompartemen dan parameter yang berbeda. Dengan pemahaman yang baik mengenai dinamika penyebaran virus, kita dapat merencanakan dan mempertimbangkan tindakan pengendalian yang sesuai.

Beberapa model epidemiologi telah dibangun dengan mempertimbangkan berbagai variabel yang terkait dengan kondisi lapangan. Contohnya adalah model *SEIR*, yang populer digunakan untuk memprediksi penyebaran penyakit rubella karena kemampuannya dalam memberikan gambaran dan simpulan yang mudah dipahami tentang penyebaran penyakit rubella, seperti model *SEIR* yang telah dikonstruksikan oleh M Asri, S Sidjara, W Sanusi, S Side dan M I Pratama dengan judul “*Analysis and Solution of The SEIRS Model for The Rubella Transmission with Vaccination Effect using Runge-Kutta Method*” [3]. Pada skripsi ini, penulis mengkonstruksi model matematika yang menggabungkan dua penelitian sebelumnya yaitu jurnal yang pertama yang berjudul “*Analysis and Solution of The SEIRS Model for The Rubella Transmission with Vaccination Effect using Runge-Kutta Method*” dan jurnal yang kedua berjudul “Pemodelan Dinamika Virus Rubella Dengan Risiko Sindrom Rubella Bawaan” [4]. Karena pada jurnal kedua belum ada penanganan vaksinasi sedangkan jurnal pertama sudah ada penanganan vaksinasi. Maka skripsi ini mengkonstruksi model matematika dari penggabungan dua jurnal tersebut dengan adanya vaksinasi dan risiko sindrom rubella bawaan. Model terdiri dari enam kompartemen yang dibagi ke dalam dua populasi yaitu populasi wanita usia produktif dan populasi bayi baru lahir dari wanita yang terinfeksi. Kompartemen yang terdapat pada populasi wanita usia produktif yaitu *Susceptible (S)*, *Exposed (E)*, *Infected (I)*, *Recovered (R)*. Kompartemen yang terdapat pada populasi bayi yang baru lahir dari wanita yang terinfeksi yaitu *Infected (I_c)* dan *Recovered (R_c)*. Model yang telah dikonstruksi akan dilakukan analisis kestabilan dan memeriksa keberadaan bifurkasi, dengan judul “Analisis Kestabilan Model **SEIRS – IR** Penyakit Rubella Dengan Adanya Vaksinasi dan Risiko Sindrom Rubella Bawaan”.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana konstruksi model $SEIRS - IR$ penyakit rubella dengan adanya vaksinasi dan risiko sindrom rubella bawaan?
2. Bagaimana analisis kestabilan dari titik kesetimbangan model $SEIRS - IR$ penyakit rubella dengan adanya vaksinasi dan risiko sindrom rubella bawaan?
3. Bagaimana bilangan reproduksi dasar (\mathcal{R}_0) dari model yang telah di konstruksi?
4. Bagaimana analisis kestabilan apabila terjadi bifurkasi pada model $SEIRS - IR$ penyakit rubella dengan adanya vaksinasi dan risiko sindrom rubella bawaan?
5. Bagaimana simulasi numerik dan hasil interpretasi model $SEIRS - IR$ penyakit rubella dengan adanya vaksinasi dan risiko sindrom rubella bawaan?

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian skripsi ini diantaranya sebagai berikut :

1. Populasi diasumsikan tertutup.
2. Terdapat dua populasi yaitu populasi wanita usia produktif dan bayi baru lahir dari ibu yang terinfeksi rubella.
3. Ada periode inkubasi di mana virus menyebar dari individu laten menjadi individu yang terinfeksi.
4. Kehamilan bayi kurang dari tiga bulan yang terinfeksi akibat penularan vertikal akan dilakukan tindakan medis. Tindakan medis ini diabaikan dalam model, sehingga transmisi *vertical* diasumsikan hanya untuk penularan bayi yang lebih dari tiga bulan.
5. Vaksin bersifat tidak permanen (temporer) dan diberikan kepada subpopulasi rentan.
6. Hanya terdapat satu penyakit yang menyebar.

1.4. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dan manfaat dalam penelitian skripsi ini diantaranya sebagai berikut :

1. Membuat kontruksi model $SEIRS - IR$ penyakit rubella dengan adanya vaksinasi dan risiko sindrom rubella bawaan.

2. Menentukan titik kesetimbangan dan menganalisis kestabilan model *SEIRS – IR* penyakit rubella dengan adanya vaksinasi dan risiko sindrom rubella bawaan.
3. Menentukan bilangan reproduksi dasar (\mathcal{R}_0) dari model yang telah dikonstruksi.
4. Memeriksa keberadaan perubahan kestabilan akibat bifurkasi pada model *SEIRS – IR* penyakit rubella dengan adanya vaksinasi dan risiko sindrom rubella bawaan.
5. Menginterpretasikan hasil simulasi model *SEIRS – IR* penyakit rubella dengan adanya vaksinasi dan risiko sindrom rubella bawaan.

1.5. Metode Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam mengerjakan skripsi ini antara lain:

1. Studi literatur

Studi literatur merupakan tahap pertama penulis mengumpulkan dan memahami mengenai transmisi rubella model matematika epidemiologi. Materi dapat diperoleh dari berbagai referensi yang mendukung, seperti buku, artikel dan jurnal.

2. Simulasi

Pada tahap ini dilakukan simulasi secara dinamik dengan nilai parameter untuk melihat perilaku dari dinamika rubella. Selanjutnya, dilakukan analisis dari hasil yang telah diperoleh.

1.6. Sistematika Penulisan

Terdapat lima bab dalam penulisan skripsi ini, sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini terdiri dari enam sub-bagian yang mencakup latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian, dan penataan penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Isi bab ini menjelaskan teori-teori yang mendukung tugas akhir. Topik yang dibahas meliputi rubella, pemodelan matematika, persamaan diferensial, sistem persamaan diferensial, titik kesetimbangan, bilangan reproduksi

dasar, nilai dan vektor eigen, determinan dengan menggunakan ekspansi kofaktor, bidang trace-determinan, kriteria *Routh-Hurwitz*, dan bifurkasi.

BAB III ANALISIS KESTABILAN MODEL *SEIRS* – *IR* PENYAKIT RUBELLA DENGAN ADANYA VAKSINASI DAN RISIKO SINDROM RUBELLA BAWAAN

Bab ini menjelaskan hasil analisis dari model yang dimulai dengan pembentukan model, kemudian disederhanakan dengan asumsi-asumsi tertentu. Selanjutnya, dilakukan analisis titik kesetimbangan dan kestabilannya, serta analisis keberadaan bifurkasi.

BAB IV SIMULASI DAN INTERPRETASI

Pada bagian ini, dilakukan suatu simulasi yang berdasarkan pada data yang diberikan. Data tersebut mencakup dua keadaan, yaitu keadaan bebas penyakit, dan keadaan endemik.

BAB V PENUTUP

Bagian akhir berisi hasil kesimpulan dari analisis model penyebaran penyakit rubella dan rekomendasi potensial untuk pengembangan penelitian selanjutnya, entah untuk melanjutkan atau membandingkan temuan yang diperoleh.

