

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Malaria adalah penyakit yang disebabkan oleh protozoa parasit (sekelompok mikroorganisme bersel tunggal) dalam tipe *plasmodium* melalui nyamuk kepada manusia maupun hewan. Penderita penyakit malaria biasanya memiliki gejala seperti demam, muntah, kelelahan, dan sakit kepala. Malaria juga dapat menyebabkan kulit kuning, kejang, koma, bahkan kematian[1].

Malaria terjadi akibat gigitan nyamuk kemudian parasit yang ada di air liur nyamuk masuk ke dalam darah manusia, lalu parasit bergerak ke hati di mana mereka akan tumbuh dewasa dan bereproduksi. Malaria ditularkan oleh nyamuk *Anopheles* betina yang terinfeksi. Terdapat 5 jenis parasit *plasmodium* yang menyebabkan malaria, yaitu *P. falciparum*, *P. vivax*, *P. ovale*, *P. malariae*, dan *P. knowlesi*. Selain dari nyamuk, malaria juga dapat ditularkan melalui transfusi darah, pemakaian jarum suntik, maupun bawaan[2]. Rata-rata, masa inkubasi malaria yaitu sekitar 12 hari pada manusia dan sekitar 10 hari pada nyamuk. Periode bisa saja lebih lama tergantung pada *strain* parasit[3].

Ketika manusia sembuh dari malaria, parasit *plasmodium* masih berada di dalam tubuh, dalam keadaan *dorman*. Untuk *P. vivax* dan *P. ovale* dapat bertahan di dalam tubuh selama beberapa bulan hingga sekitar 4 tahun setelah seseorang digigit nyamuk yang terinfeksi. Dalam kasus ini, *plasmodium* ditekan oleh sistem kekebalan manusia. Menurunnya sistem kekebalan manusia sampai kondisi-kondisi tertentu dapat mengaktifkan kembali parasite *plasmodium* dan menjadi terinfeksi malaria kembali[4]. keberadaan *plasmodium* di dalam tubuh dapat dicek pada darah pasien melalui mikroskop[5].

Malaria sering muncul pada daerah tropis seperti di Indonesia, terutama Indonesia bagian timur[6]. Insiden-insiden malaria di kebanyakan perkotaan selalu meningkat dan hampir semua area yang mempunyai endemisitas tinggi terletak di negara berkembang di mana drainase yang tidak memadai menghasilkan genangan

air yang luas di mana itu merupakan tempat ideal untuk berkembang biak untuk vektor-vektor penyakit termasuk nyamuk *Anopheles*[3].

Malaria menjadi perhatian global karena menjadi penyebab kematian kelima akibat penyakit menular di seluruh dunia (setelah infeksi saluran pernafasan, HIV / AIDS, penyakit diare, dan tuberkulosis)[4]. Malaria ditetapkan sebagai penyakit endemik oleh 109 negara pada tahun 2008[7]. Malaria sempat menjadi wabah di Indonesia pada tahun 1950an, puluhan juta terinfeksi dan ratusan ribu warga Indonesia menjadi korban karena wabah malaria tersebut. Dari estimasi WHO pada tahun 2015, sejumlah 3,2 milyar manusia rentan terhadap infeksi dan 2,4 juta kasus baru terdeteksi dengan 438 ribu kasus kematian, [8]. Menurut World Malaria report pada tahun 2017, malaria merupakan penyakit yang mengancam jiwa yang menyerang 90 negara dan membunuh 435.000 manusia. Di Indonesia, hanya 266 dari 514 daerah yang sudah terdeklarasi bebas dari malaria. Pada tahun 2018, sekitar 10,7 juta manusia masih hidup di daerah dengan resiko tinggi malaria[9].

Sampai sekarang malaria masih menjadi masalah kesehatan di dunia, termasuk di Indonesia. Berdasarkan keterangan dari WHO mengenai perubahan iklim pada bulan Februari tahun 2018, perubahan iklim diperkirakan akan mengakibatkan 250.000 kematian tambahan per tahun di antara tahun 2030 sampai 2050 yang disebabkan oleh malaria, malnutrisi, diare, dan tekanan panas[10]. Menurut World Malaria Report pada bulan November tahun 2018, tidak ada kemajuan yang signifikan dalam menurunkan kasus global malaria dari tahun 2015 sampai 2017[11].

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, adapun rumusan masalah yang terdapat dalam skripsi ini antara lain:

1. Bagaimana memodelkan transmisi penyakit virus malaria dalam model matematika?
2. Bagaimana mencari nilai R_0 (angka reproduksi dasar) dari model transmisi virus malaria?

3. Bagaimana analisis sensitivitas yang dilakukan terhadap semua parameter yang terdapat di dalam R_0 (angka reproduksi dasar)?
4. Bagaimana interpretasi dari penerapan model matematika terhadap transmisi virus malaria?

1.3 Batasan Masalah

Dalam pembahasan tersebut, terdapat beberapa batasan antara lain sebagai berikut:

1. Populasi penduduk bersifat tertutup yang berarti bahwa pertumbuhan ataupun pengurangan jumlah penduduk melalui emigrasi dan imigrasi tidak diabaikan.
2. Populasi penduduk konstan dan bersifat homogen yakni banyaknya populasi penduduk tetap dan setiap individu mempunyai peluang yang sama untuk tertular suatu virus karena adanya kontak dengan individu terinfeksi.
3. Transmisi malaria dengan model $SEIRS_p$ terdiri dari 5 kompartemen utama, yaitu *Susceptible* (individu yang rentan), *Exposed* (individu yang terekspos), *Infected* (individu yang terinfeksi), *Recovered* (individu yang sembuh), dan *Susceptible with Plasmodium* (individu sembuh yang rentan terinfeksi kembali).
4. Semua parameter bernilai positif.
5. Analisis sensitivitas yang dilakukan analisis sensitivitas bersifat lokal.
6. Terdapat masa inkubasi (periode laten) pada proses penularan penyakit malaria.
7. Individu yang terinfeksi penyakit malaria mempunyai harapan untuk sembuh.
8. Hanya terdapat satu penyakit yang menyebar dalam populasi.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian di dalam skripsi ini memiliki beberapa tujuan, antara lain:

1. Menerapkan model matematika $SEIRS_p$ terhadap penyakit malaria.
2. Menghitung nilai \mathcal{R}_0 (angka reproduksi dasar) dari model transmisi virus malaria dalam model $SEIRS_p$.
3. Menghitung tingkat sensitivitas dari setiap parameter terhadap R_0 (angka reproduksi dasar).

4. Melakukan simulasi dinamik dan interpretasi dari penerapan model matematika $SEIRS_p$ terhadap transmisi virus malaria.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam pengerjaan skripsi ini, antara lain:

1. Studi literatur

Studi literatur merupakan tahapan di mana penulis mengumpulkan fakta-fakta dan memahami informasi tentang virus malaria. Hal tersebut dapat diperoleh dari jurnal, buku, maupun sumber informasi berupa artikel yang ada di internet.

2. Analisis

Pada tahap ini akan dilakukan konstruksi model, menentukan titik ekuilibrium, jenis kestabilan, angka reproduksi dasar, dan mengetahui tingkat sensitivitas suatu parameter yang ada pada model.

3. Simulasi

Pada tahap ini, akan dilakukan simulasi dinamik berdasarkan data yang sudah diperoleh, untuk memberikan gambaran mengenai model secara dinamik.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada skripsi ini berisi 5 bab, dengan rincian per bab sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini akan membahas mengenai pendahuluan-pendahuluan yang terdiri dari 6 sub bab, yaitu latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini akan membahas mengenai materi-materi yang akan membantu dalam proses mengkaji skripsi ini. Materi tersebut antara lain virus malaria, model matematika, sistem persamaan diferensial, analisis sensitivitas, nilai eigen dan

vektor eigen, deret Taylor dan McLaurin, Jacobian, jenis kestabilan, kriteria kestabilan Routh-Hurwitz, dan angka reproduksi dasar (\mathcal{R}_0).

BAB III ANALISIS KESTABILAN DARI MODEL MATEMATIKA SEIRSp PADA TRANSMISI VIRUS MALARIA

Pada bab ini, akan dibahas mengenai model matematika dari transmisi virus malaria yang sudah dibuat, mulai dari menentukan model matematika, menentukan sistem persamaan diferensial dari model, menentukan nilai angka reproduksi dasar (\mathcal{R}_0), melakukan analisis sensitivitas terhadap R_0 , menentukan titik-titik ekuilibrium, menentukan syarat eksistensi setiap titik ekuilibrium, dan membangun matriks Jacobian untuk menentukan jenis kestabilan dari setiap titik ekuilibrium.

BAB IV ANALISIS SENSITIVITAS DAN SIMULASI DINAMIK DARI MODEL MATEMATIKA SEIRSp PADA TRANSMISI VIRUS MALARIA

Pada bab ini, akan dilakukan simulasi dinamik dari model dengan menggunakan data-data yang telah diperoleh dan mendapatkan hasil serta kesimpulan dari simulasi dinamik tersebut.

BAB V PENUTUP

Bab ini akan membahas jawaban-jawaban rumusan masalah secara rinci. Selain itu, bab ini berisi saran untuk pengembangan penelitian dan analisis dari masalah transmisi virus malaria yang sedang dikaji.