

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Malaria adalah penyakit infeksi yang disebabkan oleh protozoa parasit yang merupakan golongan plasmodium yang hidup dan berkembang biak dalam sel darah merah manusia. Penyakit ini secara alami ditularkan melalui gigitan nyamuk anopheles. Malaria merupakan salah satu penyakit yang tersebar di beberapa wilayah di dunia. Umumnya tempat-tempat yang rawan malaria terdapat pada Negara-negara berkembang dimana tidak memiliki tempat penampungan atau pembuangan air yang cukup, sehingga menyebabkan air menggenang dan dapat dijadikan sebagai tempat ideal nyamuk untuk bertelur.

Malaria disebabkan oleh parasit dari genus plasmodium. Ada empat jenis plasmodium yang dapat menyebabkan malaria, yaitu plasmodium falciparum dengan masa inkubasi 7-14 hari, plasmodium vivax dengan masa inkubasi 8-14 hari, plasmodium oval dengan masa inkubasi 8-14 hari, dan plasmodium malaria dengan masa inkubasi 7-30 hari [6]. Parasit-parasit tersebut ditularkan pada manusia melalui gigitan seekor nyamuk dari genus *anopheles*. Gejala yang ditimbulkan antara lain adalah demam, anemia, panas dingin, dan keringat dingin. Untuk mendiagnosa seseorang menderita malaria adalah dengan memeriksa ada tidaknya plasmodium pada sampel darah. Namun yang seringkali ditemui dalam kasus penyakit malaria adalah plasmodium falciparum dan plasmodium vivax.

Berdasarkan The World Malaria Report 2010, sebanyak lebih dari 1 juta orang termasuk anak-anak setiap tahun meninggal akibat malaria dimana 80%

kematian terjadi di Afrika, dan 15% di Asia (termasuk Eropa Timur). Secara keseluruhan terdapat 3,2 Miliar penderita malaria di dunia yang terdapat di 107 negara. Malaria di dunia paling banyak terdapat di Afrika yaitu di sebelah selatan Sahara dimana banyak anak-anak meninggal karena malaria dan malaria muncul kembali di Asia Tengah, Eropa Timur dan Asia Tenggara. Di Indonesia, sebagai salah satu negara yang masih beresiko Malaria (Risk-Malaria), pada tahun 2009 terdapat sekitar 2 juta kasus malaria klinis dan 350 ribu kasus di antaranya dikonfirmasi positif. Sedangkan tahun 2010 menjadi 1,75 juta kasus dan 311 ribu di antaranya dikonfirmasi positif. Sampai tahun 2010 masih terjadi KLB dan peningkatan kasus malaria di 8 Propinsi, 13 kabupaten, 15 kecamatan, 30 desa dengan jumlah penderita malaria positif sebesar 1256 penderita, 74 kematian. Jumlah ini mengalami peningkatan dibandingkan tahun 2009, dimana terjadi KLB di 7 propinsi, 7 kab, 7 kec dan 10 desa dengan jumlah penderita 1107 dengan 23 kematian[6].

Dari beberapa kasus malaria yang telah terjadi di dunia maka muncullah berbagai penelitian yang mengkonstruksikan sebuah model matematika untuk malaria. Malaria dapat ditularkan melalui gigitan nyamuk yang membawa parasit plasmodium. Transfer parasit dapat terjadi baik dari nyamuk ke manusia rentan maupun dari manusia yang telah terinfeksi ke seekor nyamuk rentan. Jadi faktor penting pada penularan malaria adalah manusia dan nyamuk. Penyebaran malaria biasanya digambarkan oleh model Ross-MacDonald (RM). Namun, model ini hanya cocok untuk penyebaran plasmodium falciparum karena kemungkinan penyakit tidak kambuh. Salah satu penulis sekarang I-Ming Tang (IMT) telah memperkenalkan model matematika sederhana untuk menggambarkan

penyebaran plasmodium vivax malaria. Dalam model ini, terdapat klas dormant dimana tidak ada merozoit didalam darah, namun masih terdapat hypnozoit didalam hati[10].

Pada penelitian sebelumnya telah dibahas mengenai model penyebaran malaria yang bergantung pada populasi manusia dan nyamuk (Renny, 2009) dimana penelitian tersebut menganalisis malaria secara umum dengan model SEIR sedangkan penelitian yang akan dibuat lebih dikhususkan pada malaria plasmodium vivax dengan model SIDR.

Menurut perkembangan biologi untuk menentukan sebagian besar model matematika plasmodium vivax diperlukan siklus penularan dari manusia ke penyakit yang disebabkan oleh parasit ini. Saat nyamuk menggigit kulit manusia, plasmodium berada pada fase sporozoit. Sporozoit kemudian akan menuju ke hati (liver) dan membentuk merozoit dalam jumlah yang sangat banyak. Bentuk inilah yang kemudian masuk ke dalam aliran darah dan menginfeksi sel-sel darah merah. Sebagian dari sporozoit didalam sel hati membentuk hipnozoit yang dapat bertahan sampai bertahun-tahun, dan bentuk ini yang akan menyebabkan relaps pada malaria[2].

Pada model epidemi plasmodium vivax malaria, populasi dibagi menjadi empat kelompok yaitu kelompok individu yang sehat tetapi dapat terinfeksi penyakit (*susceptible*), kelompok individu yang terinfeksi dan dapat sembuh dari penyakit (*infected*), kelompok individu yang terinfeksi dan dapat sembuh tapi bisa kambuh lagi (*dormant*) dan kelompok individu yang telah sembuh (*recovered*). Secara garis besar model ini menggambarkan alur penyebaran penyakit dari

kelompok individu *susceptible* menjadi *infected*, individu *infected* yang mampu bertahan terhadap penyakit akan sembuh namun akan kambuh lagi jika hypnozoitnya aktif kembali ini memasuki kelompok *dormant*. Selanjutnya individu *infected* yang mampu bertahan terhadap penyakit akan sembuh dan memasuki kelompok *recovered* dan memiliki kekebalan permanen. Pada penyakit malaria ini terdapat periode waktu sebelum individu menjadi terinfeksi.

Penyakit dapat memasuki kondisi endemik , yang diartikan sebagai kondisi dimana penyakit menyebar pada suatu wilayah dengan kurun waktu yang sangat lama. Karena penyebaran penyakit dalam kurun waktu yang sangat lama maka terjadi perubahan populasi yang disebabkan oleh kelahiran dan kematian. Oleh karena itu, faktor kelahiran dan kematian perlu diperhatikan dalam model. Pada populasi yang bersifar tertutup, migrasi tidak terjadi dalam wilayah tersebut sehingga pengaruh migrasi tidak diperhatikan dalam model.

Meskipun matematika tidak menyembuhkan penyakitnya, tapi matematika dapat membantu dalam memprediksi dan pengendalian epidemik di masa mendatang. Bahaya dari penyebaran penyakit menular yang tidak bisa dikendalikan, mengharuskan adanya suatu upaya untuk mempelajari pola epidemik penyakit tersebut. Dengan matematika didapatkan salah satu solusi penyelesaian masalah ini. Pertama, pola epidemik bisa digambarkan secara matematis dengan menghampiri keadaan sebenarnya melalui suatu model matematika. Kedua, dengan matematika akan dianalisa pola epidemik melalui model yang telah dirumuskan, kemudian menginterpretasikan hasil analisis kedalam keadaan sebenarnya. Kemudian dari model tersebut akan dianalisis solusi

kesetimbangan dan perilaku dari sistem yang dapat ditentukan dengan menganalisis kestabilan dari solusi kesetimbangan tersebut.

1.2 Permasalahan

Permasalahan yang akan dibahas dalam penulisan tugas akhir ini adalah bagaimana perubahan penderita plasmodium vivax malaria terhadap waktu dan mengetahui epidemi plasmodium vivax malaria berdasarkan analisis matematika.

1.3 Pembatasan Masalah

Mengingat bahwa permasalahan penyebaran penyakit ini sangat kompleks, maka perlu dilakukan pembatasan atas ruang lingkup permasalahan untuk memperjelas dan tidak memperluas masalah yaitu hanya difokuskan pada model matematika pada penyebaran plasmodium vivax malaria yang dibuat oleh Puntani Pongsumpun dan I-Ming Tang, serta dibatasi pada pembahasan mengenai analisis kestabilan terhadap model epidemi (pengaruh migrasi diabaikan).

1.4 Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Mengetahui model matematika dari penyebaran plasmodium vivax malaria.

- b. Menentukan titik kesetimbangan dan melakukan analisis kestabilan terhadap model tersebut sehingga dapat diketahui perilaku dari model tersebut.
- c. Menginterpretasikan model dengan menerapkan suatu contoh kasus.

1.5 Metode Pembahasan

Metode yang digunakan penulis dalam tugas akhir ini adalah studi literature. Adapun langkah-langkah yang dilakukan untuk mencapai tujuan meliputi :

1. Formulasi model

Pengenalan tentang pemodelan penyebaran penyakit berdasarkan literatur yang diperoleh dari internet maupun buku-buku yang terkait mengenai model dinamik penyebaran penyakit. Formulasi model dilakukan dengan mempelajari keadaan, perilaku, dan kejadian-kejadian dalam populasi. Kemudian menentukan batasan, asumsi dan parameter yang diperlukan untuk formulasi model. Model penyebaran plasmodium vivax yang dibahas dalam tugas akhir ini mengacu pada model yang dikemukakan oleh Puntani Pongsumpun dan I-Ming Tang dalam jurnalnya pada tahun 2007.

2. Analisis model

Dari model yang telah diformulasikan ke dalam persamaan diferensial ditentukan titik kesetimbangan. Masing-masing sistem mempunyai dua jenis titik kesetimbangan yaitu titik kesetimbangan bebas penyakit dan

titik kesetimbangan endemik. Kemudian akan ditentukan bilangan reproduksi dasar R_0 dari masing-masing model. Untuk mengetahui perilaku penyebaran penyakit diperlukan analisis kestabilan dari titik kesetimbangan yang diperoleh dan ditentukan oleh bilangan reproduksi dasar R_0 . Untuk analisis kestabilan global digunakan matriks Jacobian.

3. Simulasi model

Dari model yang diperoleh dan dengan menyatakan nilai dari masing-masing parameter dapat digambarkan bagaimana perilaku masing-masing subpopulasi. Data yang digunakan disini diperoleh dari jurnal karena terbatasnya data di Dinas Kesehatan Semarang.

4. Interpretasi model

Menginterpretasikan hasil yang diperoleh dari data referensi untuk mengetahui perilaku penyebaran penyakit.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini meliputi empat bab, yaitu pendahuluan, teori penunjang, pembahasan, dan penutup.

Bab I merupakan bab pendahuluan yang mencakup latar belakang, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penulisan, metode pembahasan, dan sistematika penulisan. Bab II merupakan bab teori penunjang yang berisi materi dasar yang meliputi model matematika, determinan, nilai eigen, persamaan differensial, titik kesetimbangan, serta kriteria Routh-Hurwitz. Bab III merupakan

bab pembahasan yang membahas model SIRD yang meliputi, model SIRD, analisis kestabilan, dan simulasi model. Bab IV merupakan bab penutup yang berisi kesimpulan.