

BAB II

DEMAM BERDARAH DI SULAWESI SELATAN

Bab ini menjelaskan tentang penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) yaitu bagaimana cara penularan penyakit, virus pembawa penyakit dan cara penanggulangan DBD yang dilakukan selama ini. Bagian ini juga menjelaskan keadaan penyakit DBD di Indonesia secara umum dan di Sulawesi Selatan secara khusus yang disajikan dalam bentuk peta seperti pada gambar 2.1.

2.1 Penularan Demam Berdarah

Penyakit demam berdarah adalah penyakit yang disebabkan oleh virus genus *Togaviridae*, subgenus *Flavivirus*. Virus ini menular di dalam tubuh manusia melalui gigitan nyamuk yang berperan sebagai vektor. Gigitan vektor ini akan menularkan virus melalui air liurnya, sehingga orang yang sehat dapat terinfeksi. Satu dari fitur nyamuk *Aedes* bagi penyebaran demam berdarah adalah adanya gigitan berulang sehingga setiap nyamuk dapat menulari beberapa orang sekaligus. Virus ini berada di dalam darah manusia antara 3 sampai 15 hari dan

pada waktu itulah pengidap berpeluang menjadi penyebab penularan dengan masa inkubasi (sejak digigit sampai timbul gejala). Penyakit ini berlangsung selama dua minggu dengan harapan hidup bagi nyamuk aedes betina adalah antara 10 sampai 52 hari dan rata-rata hidup nyamuk ini adalah 31 hari dengan jarak terbang 100-200 m. (Tribun Timur, 7 Maret 2010).

Demam berdarah disebabkan oleh empat jenis serotipe virus yang terkait atau dapat dikatakan dalam suatu keluarga yaitu virus dengue 1 (DEN1), virus dengue 2 (DEN2), virus dengue 3 (DEN3) dan virus dengue 4 (DEN4). Seseorang ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* yang telah terinfeksi virus ini. Menurut *World Health Organization* (WHO) (2008), nyamuk aedes albopictus juga merupakan nyamuk yang dapat menyebarkan virus dengue ini. Keberadaan nyamuk aedes albopictus ini telah terdeteksi di sekitar Asia belakangan ini. Namun, nyamuk aedes aegypti masih merupakan vektor utama yang menyebabkan infeksi virus dengue di Asia Tenggara pada umumnya dan di Indonesia khususnya.

Lee (1991) menyatakan bahwa larva nyamuk aedes membutuhkan air yang jernih untuk mereproduksi dan air itu tidak selalu bersih. Nyamuk aedes menjalankan kegiatan gigitan pada waktu siang tetapi memiliki waktu tertentu untuk lebih aktif menggigit manusia. Waktu paling aktif bagi nyamuk untuk menggigit adalah setelah matahari terbit dan sebelum matahari terbenam. Selain itu, nyamuk aedes hanya bisa terbang sekitar 200 meter dari tempat reproduksi. Sehingga tempat yang berada di sekitar 200 meter dari tempat dilaporkan adanya kasus demam berdarah adalah beresiko untuk terinfeksi virus dengue (Smith, 1956).

Perbedaan antara nyamuk *aedes aegypti* dan *aedes albopictus* adalah habitat bagi reproduksi larva per nyamuk (Lee, 2000). Larva bagi nyamuk *aedes aegypti* lebih mudah untuk ditemukan di dalam wadah air buatan seperti perangkap semut, tembikar, ban dan vas bunga. Larva nyamuk *aedes albopictus* pula lebih mudah ditemukan di dalam reservoir air yang alami seperti pada genangan air dan di celah-celah helaian daun yang lebar (seperti daun keladi). Habitat perkembangbiakan nyamuk *aedes aegypti* lebih terkonsentrasi di dalam rumah dibandingkan dengan nyamuk *aedes albopictus* yang bereproduksi di luar rumah. Namun, habitat perkembangbiakan nyamuk *aedes aegypti* makin bertambah di dalam wadah penampungan air yang terbuat dari beton seperti di tempat konstruksi (Lee, 2000). Ini disebabkan oleh pembangunan serta peningkatan ekonomi yang semakin pesat di Indonesia umumnya dan Sulawesi Selatan khususnya.

Rizam, dkk. (2008) menjelaskan bahwa sejauh ini masih ada vaksin yang spesifik dapat mengobati penyakit demam berdarah. Pengobatan yang diberikan di rumah sakit hanyalah mengurangi nyeri yang dialami oleh pasien dengan memastikan aliran cairan dalam tubuh pasien berjalan dengan benar seperti memastikan demam yang dialami tidak berkepanjangan. Jika pasien sembuh dari satu jenis serotipe virus ini, ia hanya kebal terhadap tipe virus itu saja tetapi parsial-imun terhadap jenis virus yang lain. Sebagai tambahan bahwa masih belum ada vaksin yang dapat menyebabkan pasien demam berdarah imun terhadap semua jenis virus dengue.

Fenomena yang menarik dalam penyebaran demam berdarah saat ini adalah adanya perpindahan umur pasien. Demam dengue sebelumnya banyak diderita oleh anak-anak tingkat

usia Sekolah Dasar, tetapi saat ini banyak menyerang manusia dalam segala lapisan umur (Usman, 2003). Jumlah kematian yang disebabkan oleh virus ini telah mencapai 40 persen dari jumlah pasien. Kondisi ini menjadi ancaman yang berbahaya bagi sekitar 2,5 miliar penduduk dunia, khususnya penduduk di negara-negara tropis dan subtropis.

Cara pencegahan yang dilakukan sampai sekarang adalah pemberantasan tempat pembiakan nyamuk dengan membersihkan bak mandi seminggu sekali, menutup tempat air bersih, mengganti air di dalam pot setiap hari, membuang plastik dan barang-barang tidak terpakai dan pengasapan atau abatisasi, dan penyuluhan. Beberapa faktor penyebab demam berdarah adalah peningkatan kasus di daerah epidemik, beberapa daerah di Sulawesi Selatan yang selama ini sporadis, kemudian menjadi daerah dengan status Kejadian Luar Biasa (KLB). Hal ini mungkin disebabkan oleh pola musiman 3-5 tahun. Kemudian apabila dilihat dari hasil pemeriksaan jangka berkala (PJB), angka bebas jentik (ABJ) di beberapa daerah endemis masih di bawah 95 % yakni 92 % di tahun 2004, 68.48 % di tahun 2006, 65.21 % di tahun 2007 dan 68.90 % di tahun 2008 (Sudariato, 2010).

2.2 Kasus Demam Berdarah

Menurut Pusat Pengontrolan dan Pencegahan Penyakit (CDC) (2008), epidemik demam berdarah telah mulai ada sejak tahun 1779 hingga 1780 di Asia, Afrika dan juga Amerika Utara. Saat itu demam berdarah bukanlah suatu penyakit yang serius dan tidak menyebabkan kematian, malah epidemik terjadi dalam 10 hingga 40 tahun saja. Setelah perang dunia

kedua, epidemik pertama yang terbesar terjadi di Asia Tenggara, dan mulai menyebar dan meluas. Sekitar tahun 1950, epidemik demam berdarah pertama telah dikenal dan kemudian menjadi satu dari penyebab utama manusia dirawat di rumah sakit, serta menjadi sumber kematian di kalangan anak-anak.

Organisasi Kesehatan Sedunia (WHO) (2009) menyatakan bahwa setiap tahun diperkirakan sebanyak 50 sampai 100 juta kasus demam berdarah dilaporkan di seluruh dunia. Sekitar lima ratus ribu orang diperkirakan terinfeksi demam berdarah setiap tahun. Kebanyakan dari mereka adalah anak-anak, 2.5 persen dari mereka akhirnya meninggal. Menurut WHO, ini merupakan suatu jumlah yang besar. Jika tidak ada tindakan yang diambil maka hampir 2.5 ribu juta daripada populasi manusia di seluruh dunia berisiko untuk terjangkiti demam berdarah. Ini disebabkan kebanyakan kasus yang terjadi di kawasan tropis dan subtropis dan lebih tertumpu di kawasan perkotaan dan semi-perkotaan karena keadaannya cocok untuk pembiakan nyamuk. Tanpa perawatan yang sesuai, peluang kematian untuk demam berdarah dapat meningkat hingga 20 persen. Disamping itu telah mempunyai panduan penyelamatan pasien demam berdarah, sehingga persentase ini dapat ditekan hingga kurang dari 1 persen (WHO 2009).

Esteva-Vargas telah mengembangkan model penularan DBD ke dalam bentuk SIR (*Susceptible-Infective-Recovered*) berdasarkan model yang dikembangkan oleh **Bayley** dan **Dietz**, dengan asumsi bahwa jumlah populasi manusia konstan dengan tingkat kelahiran dan kematian adalah proporsional dengan jumlah populasi dan juga memperkenalkan Parameter Nilai ambang R_0 (*threshold parameter*). Jika $R_0 > 1$ maka penyakit menjadi endemik dan jika $R_0 \leq 1$ penyakit akan

hilang dengan sendirinya (Diekman & Hesterbeek, 2000). Nyamuk *Aedes* sendiri tidak pernah sembuh dari infeksi karena periode infeksi berakhir dengan kematian nyamuk itu.

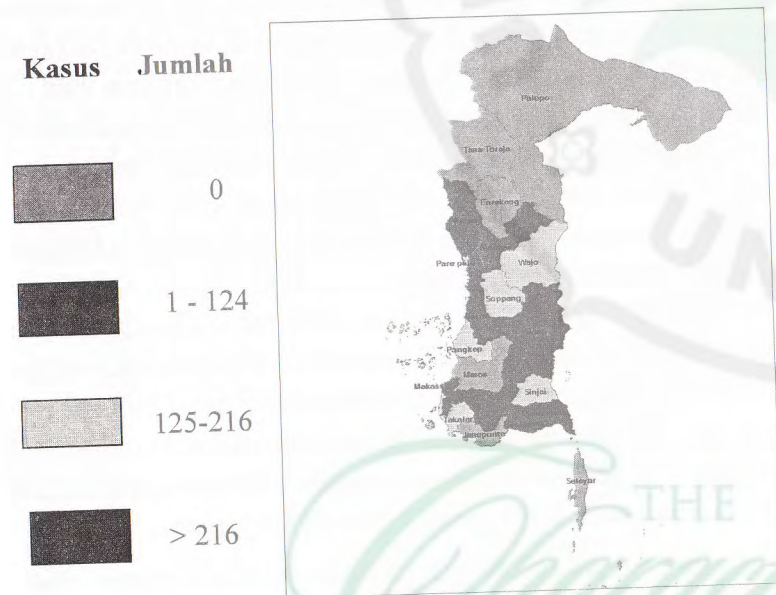
2.3 Kasus Demam Berdarah di Sulawesi Selatan

Negara Indonesia berada di urutan kedua setelah Thailand dalam hal kasus demam berdarah (Esteva & Vargas, 1998). Bahkan sampai dengan pertengahan Februari 2009 sudah ada 8.386 orang terjangkit penyakit ini di seluruh Indonesia dengan kematian mencapai 169 orang (Tribun Timur, 2009). Di Sulawesi Selatan penyakit demam berdarah telah menjangkiti penduduk Sulawesi Selatan pada 22 kabupaten sepanjang tahun 2001 dan tercatat sebanyak 3.887 orang pasien, dengan 73 orang dilaporkan meninggal (Antara, 28 Maret 2002). Menurut laporan dari Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (KKRI) tahun 2003, jumlah kasus demam berdarah untuk 26 kabupaten, sebanyak 2.636 orang terjangkiti dengan kematian 39 orang (*Case Fatality Rate* (CFR) = 1.48 persen), di samping itu, jumlah kejadian luar biasa sebanyak 82 kasus dengan jumlah kasus sebanyak 495 orang terjangkiti dengan kematian 19 orang (CFR=3.84 persen).

Kasus demam berdarah di Sulawesi Selatan pada tahun 2008 yang paling tinggi ada di kabupaten Bone, Bulukumba, Pinrang, Makassar dan Gowa (warna merah atau 217-668 kasus), sedangkan kabupaten Luwu Utara, Tator, Enrekang, Maros, Jeneponto dan Selayar tidak dijumpai kasus demam berdarah (warna hijau) seperti yang dilaporkan oleh Bagian

Kawalan Penyakit, Jabatan Kesehatan umum (DPH), KKRI dalam Gambar 2.1 (Sudariato, 2010). CFR demam berdarah di Sulawesi Selatan pada tahun 2008 sebanyak 0,83 dengan CFR kabupaten tertinggi ada di kabupaten Luwu Utara (14,29), kemudian kabupaten Maros (13,33), Pinrang (3,42), Sidrap (1,61), selanjutnya kabupaten Wajo, Makassar, Parepare, Gowa dan Bone masing-masing ($< 1,5$).

Gambar 2.1 menjelaskan jumlah kasus demam berdarah di Sulawesi Selatan tahun 2007-2008 yang dilaporkan oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (KKRI).



Gambar 2.1 Jumlah kasus DBD di Sulawesi Selatan 2007-2008 (Sumber: Bagian Kawalan Penyakit, KKRI Sulawesi Selatan 2010)

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan model-model SIR atau SEIR untuk penularan penyakit demam berdarah dengue (DBD) yang telah dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Kajian-kajian tersebut disajikan dalam tabel sehingga memudahkan pembaca untuk mengetahui kajian-kajian pendukung penelitian ini. Bagian ini juga menjelaskan gambaran umum pembentukan model SIR dan SEIR menggunakan gambar, sehingga mudah dipahami sebelum ke pemodelan matematika sebenarnya. Selanjutnya, bagian lain dari buku ini akan menguraikan kajian-kajian mengenai metode semi analitik yang terdiri dari empat metode yaitu: Metode Iterasi Variasi (MIV) dan Metode Perturbasi Homotopy (MPH), Metode Analisis Homotopi (MAH).

3.1 Kajian Model Demam Berdarah

Kajian-kajian sebelumnya tentang model matematika untuk demam berdarah dari berbagai negara dapat dilihat dalam Tabel 3.1.