

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyakit Demam Berdarah Dengue (*Dengue Hemorrhagic Fever*) atau lebih dikenal dengan DBD adalah penyakit yang disebabkan oleh virus dengue dari genus *Flavivirus*. Virus ini ditularkan dari orang ke orang yang ditandai dengan panas tinggi, perdarahan dan dapat mengakibatkan kematian serta menimbulkan wabah (**Anom dkk, 2014**). Penyakit demam akut ini disebabkan oleh empat serotipe virus dari genus *Flavivirus* yang merupakan virus RNA dari keluarga *Flaviviridae* dan dapat mengakibatkan kematian (**Soedarto, 2012**). Penyebaran DBD yang tinggi dipengaruhi faktor cuaca dan iklim, sanitasi lingkungan dengan tersedianya tempat perindukan bagi nyamuk betina yaitu bejana yang berisi air jernih (bak mandi, kaleng bekas dan tempat penampungan air lainnya), kondisi DBD ini diperburuk dengan rendahnya partisipasi masyarakat dalam penanggulangan DBD (**Kemenkes RI, 2015**).

DBD disebabkan oleh virus dengue I, II, III, dan IV, yang ditularkan oleh nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*. Sejak pertama kali ditemukan di Surabaya dan Jakarta pada tahun 1968, selanjutnya sering terjadi kejadian luar biasa dan meluas ke wilayah Republik Indonesia. Oleh karena itu, penyakit ini menjadi masalah kesehatan masyarakat yang awalnya banyak menyerang anak tetapi akhir-akhir ini menunjukkan pergeseran menyerang dewasa (**Soegeng, 2006**). Virus dengue terdiri dari 4 tipe yaitu DENV-1, DENV-2, DENV-3, dan DENV-4. Jika dilihat dari klinis, serotipe tertentu dapat menyebabkan penyakit lebih berat dibanding serotipe lainnya. Secara klinis setiap serotipe mempunyai tingkatan manifestasi yang berbeda, DENV-2 menyebabkan kasus gejala klinis ringan maupun kasus yang akut. Sedangkan DENV-1 dan DENV-3 ditemukan pada pasien dengan gejala klinis yang tidak akut di Malaysia (**Supiah, 2018**). Seseorang yang berada pada daerah endemis dengue dapat terjangkit penyakit demam berdarah empat kali selama hidupnya (**Derouich dkk, 2003**). Infeksi sekunder dengue merupakan fenomena yang kompleks, meskipun diketahui bahwa individu memperoleh antibodi terhadap

serotipe yang telah menjangkit mereka untuk mencegah penyebaran penyakit tersebut, tetapi apabila antibodinya tidak dapat menetralkan virus maka akan menimbulkan penyakit yang berat **(Soegeng, 2002)**. Hasil penelitian menunjukkan bahwa individu yang pernah terinfeksi virus serotipe pertama dapat terinfeksi kembali dengan virus serotipe yang sama **(Porter dkk, 2005)**.

Di Indonesia hingga pekan ke-49 tahun 2020 mencapai 95.893 kasus. Per 30 November 2020, terdapat 51 penambahan kasus DBD dan 1 tambahan laporan kematian akibat penyakit demam berdarah dengue, dan Incidence Rate kurang dari 49 per 100 ribu penduduk **(Infodatin Kemenkes RI, 2020)**. *Incidence Rate* adalah frekuensi penyakit atau kasus baru yang berjangkit dalam masyarakat di suatu tempat atau wilayah pada waktu tertentu (umumnya 1 tahun) dibandingkan dengan jumlah penduduk yang terkena penyakit baru tersebut. Menurut data *World Health Organization* (WHO) pada tahun 2018, memperkirakan populasi di dunia yang berisiko terhadap penyakit demam berdarah dengue (DBD) mencapai 2,5-3 miliar terutama yang tinggal di daerah tropis dan subtropis. Saat ini diperkirakan juga ada 50 juta infeksi dengue yang terjadi di seluruh dunia setiap tahun. Di provinsi Jawa Timur tahun 2015 kasus DBD ditemui sebanyak 925 kasus, dan meninggal 19 orang terdiri dari laki-laki sebanyak 12 perempuan 7 orang. Incidence Rate DBD di provinsi Jawa Timur tahun 2015 sebesar 49,3 per 100.000 penduduk **(Dinkes Provinsi Jawa Timur, 2016)**.

Banyaknya kasus DBD setiap tahun telah menimbulkan dampak kerugian yang luas, terutama pada aspek ekonomi dan kesehatan, karena itu diperlukan adanya suatu upaya terpadu serta keterlibatan dan kepedulian semua pihak baik pemerintah, masyarakat maupun para mitra dibidang kesehatan untuk mengendalikan penyebaran virus dengue. Pemberantasan demam berdarah dengue dengan melakukan pembasmian nyamuk *Aedes aegypti* yang berperan sebagai pembawa virus dengue. Pengendalian nyamuk ini bisa dilakukan dengan pengendalian lingkungan, pengendalian secara biologis dan kimiawi **(Kemenkes RI, 2016)**.

Penelitian bidang matematika telah banyak dilakukan untuk masalah penyakit demam berdarah terutama pemodelan matematika dan pengendalian

optimal. Beberapa model matematika penyebaran penyakit demam berdarah terhadap dinamika virus dengue telah dikembangkan diantaranya: **Esteva dkk (2003)** mempresentasikan sistem persamaan diferensial nonlinear untuk mensimulasikan dinamika DENV dua strain dan membahas kondisi stabilitas asimtotis, **Aguiar dkk (2008)** mengkaji model matematika dinamika DENV dengan kekebalan silang sementara dan akan terinfeksi sekunder, **Mishra dkk (2014)** merumuskan model matematika untuk menganalisis dinamika infeksi primer dan sekunder dengan adanya dua strain pada model penyakit demam berdarah, **Zheng dkk (2018)** mengkaji model dinamika virus dengue infeksi primer dan infeksi sekunder dengan pengaruh kesadaran dari manusia dan pengendalian nyamuk, **Anggriani dkk (2019)** mempertimbangkan adanya pengaruh reinfeksi serotipe yang sama terhadap dinamika penularan dengue, **Ling dkk (2021)** mengkaji dinamika model penyebaran virus penyakit demam berdarah multi strain dengan adanya persilangan imunitas.

Penelitian ini merupakan pengembangan dari model **Anggriani dkk (2019)** dengan menambahkan populasi manusia terpapar virus dengue dan mempertimbangkan adanya reinfeksi serotipe yang sama. Analisis yang dilakukan melalui pendekatan solusi khusus yaitu titik setimbang dan didukung oleh hasil pendekatan secara numerik. Selain itu akan ditambahkan kontrol optimal berupa upaya kesadaran manusia (menimbun sampah, penggunaan lotion anti nyamuk) dan usaha pengendalian nyamuk dengan pemberian insektisida.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, permasalahan yang akan dibahas adalah

1. Bagaimana analisis kestabilan titik setimbang dari model matematika penyebaran demam berdarah dengue dua-strain dengan mempertimbangkan adanya reinfeksi serotipe yang sama?
2. Bagaimana bentuk kontrol optimal pada model matematika penyebaran demam berdarah dengue dua-strain dengan mempertimbangkan adanya reinfeksi serotipe yang sama?

3. Bagaimana hasil simulasi numerik serta interpretasi dari model matematika penyebaran demam berdarah dengue dua-strain dengan mempertimbangkan adanya reinfeksi serotipe yang sama sebelum dan sesudah pemberian kontrol?

1.3 Tujuan

Berdasarkan perumusan masalah diatas, penulisan ini bertujuan untuk

1. Menganalisis kestabilan titik setimbang model matematika penyebaran demam berdarah dengue dua-strain dengan mempertimbangkan adanya reinfeksi serotipe yang sama sebelum pemberian kontrol.
2. Menentukan bentuk kontrol optimal pada model matematika penyebaran demam berdarah dengue dua-strain dengan mempertimbangkan adanya reinfeksi serotipe yang sama.
3. Menentukan simulasi numerik serta interpretasi model matematika penyebaran demam berdarah dengue dua-strain dengan mempertimbangkan adanya reinfeksi serotipe yang sama sebelum dan sesudah pemberian kontrol.

1.4 Manfaat

Beberapa manfaat yang diperoleh dari penulisan ini adalah

1. Bagi Penulis, penelitian ini bermanfaat sebagai sarana latihan untuk menambah pemahaman dan penguasaan materi tentang penerapan ilmu matematika di bidang kesehatan khususnya penyebaran demam berdarah.
2. Bagi Pembaca, penelitian ini bermanfaat sebagai rujukan pertimbangan dan acuan untuk penelitian selanjutnya dalam pengembangan model matematika dalam penyebaran demam berdarah.

1.5 Batasan Masalah

Batasan dari topik ini adalah:

1. Model matematika dasar dan nilai parameter yang digunakan dalam penelitian ini merujuk pada jurnal yang ditulis oleh **Anggriani, dkk (2019)** yang berjudul “*The effect of reinfection with the same serotype on dengue transmission dynamics*”.
2. Variabel kontrol yang diberikan pada model yaitu upaya kesadaran manusia dan usaha pengendalian nyamuk berupa pemberian insektisida.