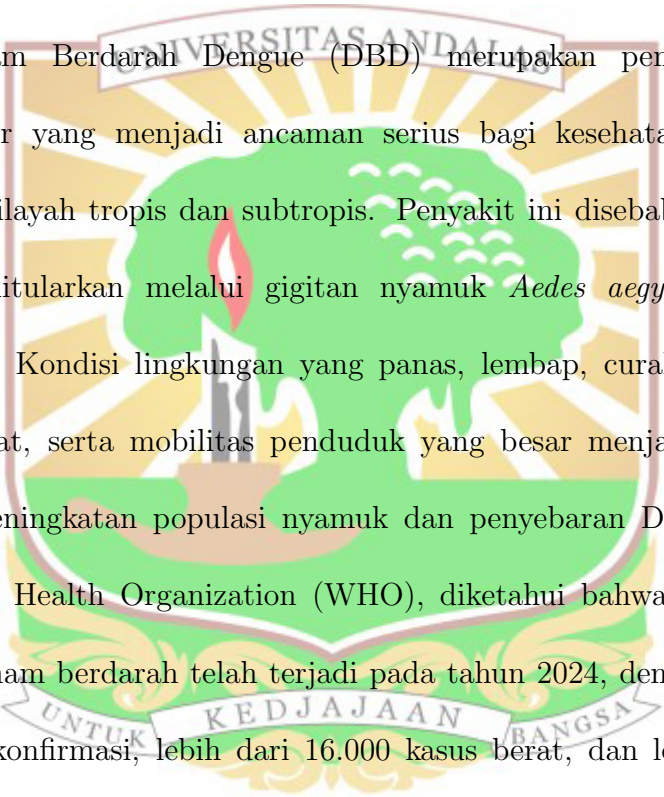


BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang



Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan penyakit menular berbasis vektor yang menjadi ancaman serius bagi kesehatan masyarakat, terutama di wilayah tropis dan subtropis. Penyakit ini disebabkan oleh virus dengue dan ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* [1]. Kondisi lingkungan yang panas, lembap, curah hujan tinggi, urbanisasi cepat, serta mobilitas penduduk yang besar menjadi faktor yang mendukung peningkatan populasi nyamuk dan penyebaran DBD. Dari hasil laporan World Health Organization (WHO), diketahui bahwa lebih dari 7,6 juta kasus demam berdarah telah terjadi pada tahun 2024, dengan rincian 3,4 juta kasus terkonfirmasi, lebih dari 16.000 kasus berat, dan lebih dari 3.000 kematian [2]. Organisasi kesehatan dunia itu juga memperkirakan bahwa setiap tahun terjadi 100-400 juta infeksi dengue secara global, dengan sekitar 100 juta kasus menunjukkan gejala klinis [3].

Menurut Kementerian Kesehatan (Kemenkes), DBD di Indonesia masih merupakan ancaman serius bagi kesehatan masyarakat karena prevalensinya yang tinggi, dan sering menimbulkan peningkatan kasus secara tak biasa atau Kejadian Luar Biasa (KLB) hingga kematian terutama pada

musim hujan. Pada tahun 2023 tercatat 114.720 kasus dengan 894 kematian, dan hingga minggu ke-43 2024 meningkat menjadi 210.644 kasus dengan 1.239 kematian yang tersebar di 259 kabupaten/ kota di 32 provinsi [4].

Penularan atau penyebaran DBD dapat terjadi jika individu terinfeksi, digigit nyamuk *Aedes betina* sehingga virus berpindah ke tubuh nyamuk. Nyamuk infeksi kemudian menggigit lagi individu lain dan memindahkan virus ke tubuh individu lainnya melalui air liur. Jadi, penularan DBD tidak terjadi secara langsung antar manusia, tetapi membutuhkan vektor nyamuk sebagai perantara [5]. Selanjutnya, tingkat keparahan infeksi dari individu terinfeksi gigitan nyamuk dibagi atas dua kelompok yaitu terinfeksi ringan yang hanya membutuhkan rawat jalan dan terinfeksi berat yang membutuhkan perawatan dengan fasilitas kesehatan [6]. Oleh karena itu, pemodelan DBD harus mempertimbangkan interaksi manusia dengan nyamuk sekaligus perbedaan tingkat keparahan infeksi.

Beberapa penelitian tentang DBD dan dinamika penyebarannya telah dilakukan oleh para peneliti mancanegara. Selama 10 tahun Aguiar dkk meneliti perkembangan model matematika epidemiologi dengue untuk memahami penyebaran *dengue*, dinamika infeksi, peran nyamuk sebagai vektor, interaksi manusia-nyamuk, serta respons imun dalam tubuh manusia [7]. Kemudian, Blante dkk mengkonstruksi model SIIRS yang memisahkan infeksi ringan (I_1) dan berat (I_2), dalam memodelkan dinamika penyebaran DBD. Meskipun model ini telah memperhitungkan tingkat keparahan infeksi, namun model ini kurang realistis karena menggunakan asumsi insidensi linier

yang menganggap jumlah kasus infeksi baru sebanding dengan peningkatan jumlah individu rentan dan jumlah individu infeksi [8]. Di sisi lain, peneliti Cai dan Li telah membuktikan keunggulan asumsi fungsi laju insidensi nonlinier tipe saturasi dalam merepresentasikan penyebaran penyakit malaria, demam kuning dan *dengue*. Meskipun demikian, penelitian ini memiliki kekurangan karena tidak mempertimbangkan tingkat keparahan infeksi dalam penyebaran penyakitnya [9]. Selanjutnya, Rodrigues dkk melakukan analisis sensitivitas untuk mengetahui factor atau parameter model matematika Dengue SIR yang paling berpengaruh terhadap penularan Dengue [10]. Berdasarkan uraian penelitian terdahulu, dapat diketahui bahwa kajian tentang penyebaran DBD telah banyak dilakukan. Namun, penelitian-penelitian tersebut masih fokus pada pendekatan tertentu saja dan tidak mengintegrasikan faktor tingkat keparahan infeksi (infeksi ringan dan infeksi berat) dengan fungsi insidensi nonlinier (saturasi) yang terjadi di dunia nyata. Oleh karena kedua hal tersebut sesuai dengan kondisi dunia nyata, maka perlu dibangun model matematika DBD yang mengintegrasikan hal tersebut untuk menganalisis dinamika penyebaran DBD di Indonesia. Dari analisis sensitivitas terhadap parameter model, dapat diketahui parameter mana yang paling berpengaruh terhadap bilangan reproduksi dasar yang mengungkapkan potensi penyebaran penyakit ini di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan yang akan dikaji pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana mengkonstruksi model matematika SI_1I_2RS dengan laju insidensi saturasi yang menggambarkan dinamika penyebaran Demam Berdarah Dengue (DBD)?
2. Bagaimana menentukan titik kesetimbangan dan bilangan reproduksi dasar ($\mathcal{R}_0$) dari model SI_1I_2RS dengan laju insidensi saturasi?
3. Bagaimana melakukan analisis sensitivitas $\mathcal{R}_0$ terhadap parameter-parameter model SI_1I_2RS ?
4. Bagaimana interpretasi hasil analisis sensitivitas dan simulasi numerik dalam kaitannya dengan strategi pengendalian penyebaran DBD?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengkonstruksi model matematika SI_1I_2RS dengan laju insidensi saturasi sebagai representasi matematis dari mekanisme penyebaran DBD yang mempertimbangkan efek kejenuhan pada laju penularan.
2. Menganalisis kestabilan titik-titik ekuilibrium dan menentukan bilangan reproduksi dasar ($\mathcal{R}_0$) dari model SI_1I_2RS sebagai ambang batas untuk

mengklasifikasikan kondisi bebas penyakit ($\mathcal{R}_0 < 1$) dan kondisi endemik ($\mathcal{R}_0 > 1$) penyebaran DBD.

3. Melakukan analisis sensitivitas terhadap $\mathcal{R}_0$ untuk mengidentifikasi parameter mana yang paling berpengaruh dalam mempercepat atau memperlambat penyebaran DBD, sehingga dapat diketahui titik intervensi yang paling efektif.
4. Menginterpretasikan hasil analisis sensitivitas dan simulasi numerik sebagai dasar rekomendasi prioritas intervensi dalam strategi pengendalian DBD.

1.4 Sistematika Penulisan

Hasil Penelitian ini disusun dalam empat bab. Bab I memaparkan konteks permasalahan, rumusan masalah, tujuan, serta kerangka penulisan. Konsep-konsep dasar yang menjadi landasan analisis mencakup teori persamaan diferensial, kestabilan sistem, dan kriteria-kriteria pendukung diuraikan pada Bab II. Selanjutnya, Bab III memuat proses pembentukan model SIIRS dengan laju insidensi saturasi, beserta kajian kestabilan titik ekuilibrium, perhitungan bilangan reproduksi dasar, analisis sensitivitas parameter, dan hasil simulasi numerik. Bab IV menutup penelitian dengan kesimpulan dan saran untuk kajian lanjutan.