

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Malaria merupakan suatu jenis penyakit menular yang disebabkan oleh adanya parasit *Plasmodium* dalam darah. Terdapat empat jenis *Plasmodium* yang dapat menginfeksi manusia, yaitu *Plasmodium vivax*, *Plasmodium falciparum*, *Plasmodium malariae*, dan *Plasmodium ovale*. Dari empat jenis *Plasmodium* tersebut, *Plasmodium falciparum* dan *Plasmodium vivax* merupakan *Plasmodium* yang dominan dalam kasus malaria di Indonesia (**Prabowo, 2004**). Malaria ditularkan ke manusia melalui gigitan nyamuk betina *Anopheles* yang terinfeksi oleh parasit *Plasmodium*. Selain itu, bentuk penularan lain dari malaria dapat berupa penularan dari wanita hamil yang terinfeksi malaria kepada janinnya serta melalui transfusi darah yang terkontaminasi oleh parasit *Plasmodium* (**Widoyono, 2005**). Menurut Badan Kesehatan Dunia (WHO), terdapat 228 juta kasus malaria dengan jumlah kematian sebanyak 405 ribu jiwa di seluruh dunia pada tahun 2018 (**WHO, 2019**).

Indonesia yang terletak di daerah tropis memiliki dua macam musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Pada setiap musim tersebut, kondisi iklim akan berubah sesuai dengan faktor lingkungan yang mempengaruhinya. Hal ini, sangat berpengaruh dalam penyebaran malaria, alasannya karena nyamuk berdarah dingin maka perubahan iklim dapat secara drastis mempengaruhi distribusi populasi, laju gigitan, daya tahan hidup, serta waktu perkembangan patogen di dalam nyamuk. Peningkatan suhu hanya setengah derajat celsius dapat meningkatkan 30% hingga 100% populasi nyamuk (**Frumkin, 2016**). Dengan suhu yang lebih tinggi, nyamuk maupun parasit malaria bisa matang lebih cepat sehingga penyebaran malaria semakin meningkat. Namun, jika suhu menjadi terlalu tinggi maka nyamuk maupun parasit malaria tidak dapat bertahan hidup. Selain itu, genangan air yang merupakan

tempat berkembang biak nyamuk juga mempengaruhi penyebaran malaria. Semakin tinggi curah hujan menyebabkan pererkembangbiakan larva nyamuk semakin meningkat, yang akhirnya menghasilkan lebih banyak nyamuk untuk menyebarkan penyakit (**Wilkinson, 2006**).

Banyaknya kasus malaria di dunia sebenarnya dapat dicegah dengan beberapa cara. Pertama, mengobati penderita dan penduduk yang peka yang berdiam di daerah endemis malaria. Kedua, mengobati karier malaria menggunakan *primakuin* (obat tambahan untuk terapi *Plasmodium*) untuk memberantas bentuk *gametosit*, namun penggunaan obat ini tidak boleh dilakukan secara massal karena mempunyai efek samping. Ketiga, pemberian obat untuk pencegahan pada orang yang akan masuk ke daerah endemis malaria. Keempat, memberantas nyamuk *Anopheles* yang menjadi vektor penular malaria dengan menggunakan insektisida yang sesuai dan memusnahkan sarang-sarang nyamuk *Anopheles*. Kelima, menghindarkan diri dari gigitan nyamuk dengan menggunakan kelambu jika tidur, atau menggunakan *lotion* anti nyamuk (**Soedarto, 2009**).

Model matematika merupakan alat bantu untuk memahami dinamika penyebaran penyakit menular. Bentuk lain dari model matematika yang dapat digunakan untuk mengendalikan penyebaran penyakit adalah dengan menformulasikan strategi kontrol optimal yang efektif untuk mencegah dan mengobati malaria. Selama ini, malaria telah dipelajari secara intensif sejak pertama kali dimodelkan oleh Sir Ronald Ross pada akhir abad ke-19 dan awal abad ke-20. Pada saat itu, model yang dikonstruksi hanya melibatkan individu menular atau individu terinfeksi dan individu terpapar. Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan, malaria dikaji dalam berbagai model matematika dan ditinjau dari banyak segi bahasan. Dalam segi kontrol optimal, beberapa peneliti yang mengkaji malaria dalam bidang matematika diantaranya **Mwanga dkk. (2014)** telah mengkaji kontrol optimal untuk mengurangi persebaran malaria dengan penggunaan kelambu tahan lama, residual spraying dalam ruangan, serta screening pada pengobatan individu dengan gejala dan tanpa gejala. **Fatmawati dan Tasman (2015)** telah membahas mengenai kontrol optimal untuk mengurangi persebaran

malaria dengan pengobatan dan insektisida sebagai kontrol optimal. Pengaruh faktor musim juga telah dibahas oleh **Buonomo dan Marca (2017)** yang melakukan penelitian tentang penyebaran demam berdarah dengan pemberian efek musim pada kelahiran nyamuk. Sedangkan beberapa peneliti yang mengkaji perkembangan model matematika penyebaran malaria diantaranya **Abiodun dkk. (2018)** telah mengkaji model matematika hubungan faktor iklim berupa perubahan suhu dan curah hujan pada malaria yang berperan penting pada laju penyebaran malaria. **Kim dkk. (2019)** telah melakukan penelitian model matematika hubungan faktor iklim pada malaria dan penguraian individu terpapar menjadi individu terpapar dengan periode inkubasi jangka pendek dan jangka panjang.

Berdasarkan uraian tersebut, penulis tertarik untuk mengkaji model matematika penyebaran malaria dengan penguraian individu terpapar menjadi dua individu berdasarkan jangka waktu masa inkubasi yaitu individu terpapar dengan masa inkubasi jangka pendek dan individu terpapar dengan masa inkubasi jangka panjang serta penambahan faktor musim pada model yang akan dikaji. Selain itu penulis juga akan menambahkan kontrol optimal berupa insektisida, pencegahan, dan pengobatan. Materi ini diambil dari paper yang ditulis oleh **Buonomo dan Marca (2017)**, **Abiodun dkk. (2018)**, dan **Kim dkk. (2019)**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, permasalahan yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana analisis kestabilan titik setimbang dari model matematika penyebaran malaria tanpa faktor musim sebelum pemberian kontrol?
2. Bagaimana hasil simulasi numerik serta interpretasi dari model matematika penyebaran malaria tanpa dan dengan faktor musim?
3. Bagaimana bentuk kontrol optimal pada model matematika penyebaran malaria dengan faktor musim?

4. Bagaimana hasil simulasi numerik serta interpretasi dari model matematika penyebaran malaria dengan faktor musim sebelum dan sesudah pemberian kontrol?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan pada penelitian ini antara lain adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui analisis kestabilan titik setimbang model matematika penyebaran malaria tanpa faktor musim sebelum pemberian kontrol.
2. Mengetahui hasil simulasi numerik serta interpretasi model matematika penyebaran malaria tanpa dan dengan faktor musim.
3. Mengetahui bentuk kontrol optimal pada model matematika penyebaran malaria dengan faktor musim.
4. Mengetahui hasil simulasi numerik serta interpretasi model matematika penyebaran malaria dengan faktor musim sebelum dan sesudah pemberian kontrol.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini antara lain adalah sebagai berikut:

1. Bagi Penulis, penelitian ini bermanfaat sebagai sarana latihan untuk menambah pemahaman dan penguasaan materi tentang penerapan ilmu matematika di bidang kesehatan khususnya penyebaran malaria.
2. Bagi Pembaca, penelitian ini bermanfaat sebagai bahan pertimbangan dalam mengambil keputusan atau strategi untuk mencegah penyebaran malaria.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari permasalahan model matematika penyebaran malaria adalah sebagai berikut:

1. Model matematika dasar dan nilai parameter yang digunakan dalam penelitian ini merujuk pada paper yang ditulis oleh **Buonomo dan Marca (2017)**, **Abiodun dkk. (2018)**, dan **Kim dkk. (2019)**.
2. Variabel kontrol yang diberikan pada model berupa pemberian insektisida, pencegahan, dan pengobatan.