

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

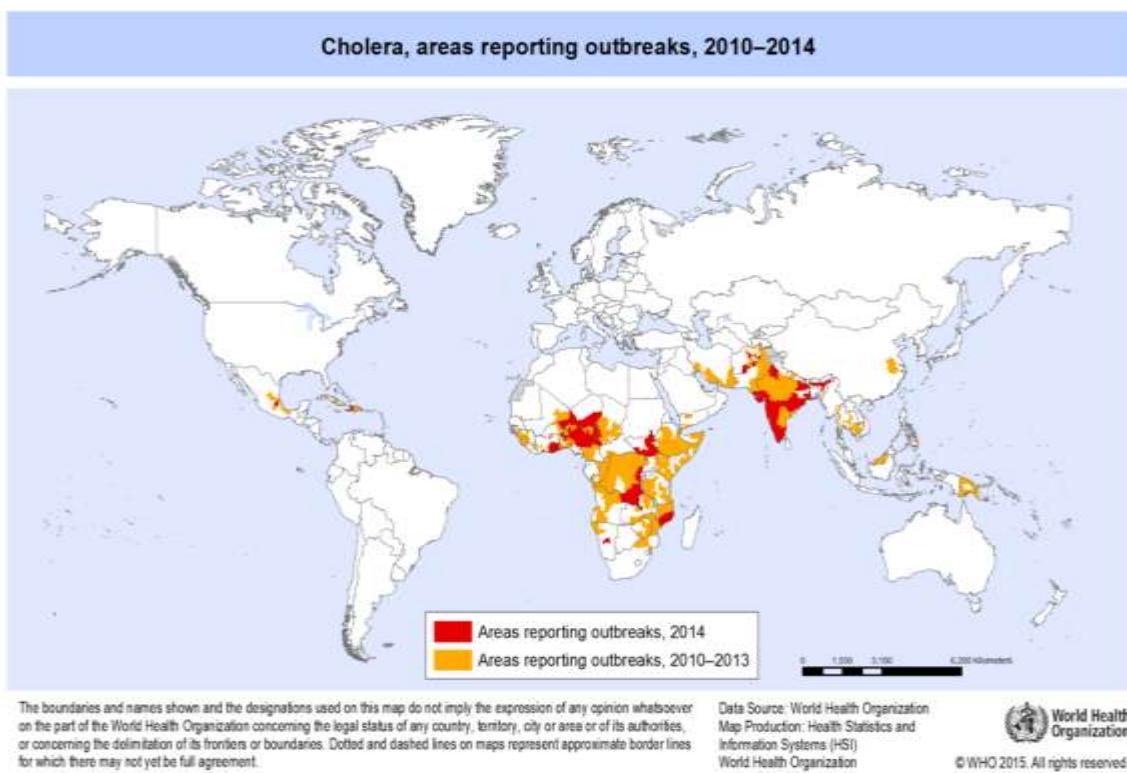
#### **A. Latar Belakang**

Kolera masih menjadi masalah kesehatan yang cukup serius di banyak negara. Seperti yang dirilis WHO (2016), kolera merupakan penyakit diare akut dengan periode inkubasi yang cukup singkat, yaitu 2 jam -5 hari menjadikan penyakit kolera sebagai penyakit yang cukup serius, penyakit ini membunuh dalam hitungan jam jika tidak ditangani. Gejalanya adalah sering buang air besar encer (diare) dan disertai muntah. Tinja penderita kolera tampak encer seperti air cucian beras. Kolera dapat menyebabkan dehidrasi dan diare yang parah. Perilaku hidup yang kurang sehat, sanitasi yang buruk, dan buruknya kualitas air minum dapat menyebabkan penyakit ini berkembang dengan cepat. WHO (2015) juga menyebutkan antara 1, 4 juta dan 4, 3 juta orang sakit kolera setiap tahun dan 28.000 sampai 140.000 orang meninggal dunia. Penyakit kolera adalah penyakit yang diakibatkan oleh bakteri *Vibrio cholerae* (*V.cholerae*) yang menyebar melalui air yang telah terkontaminasi.

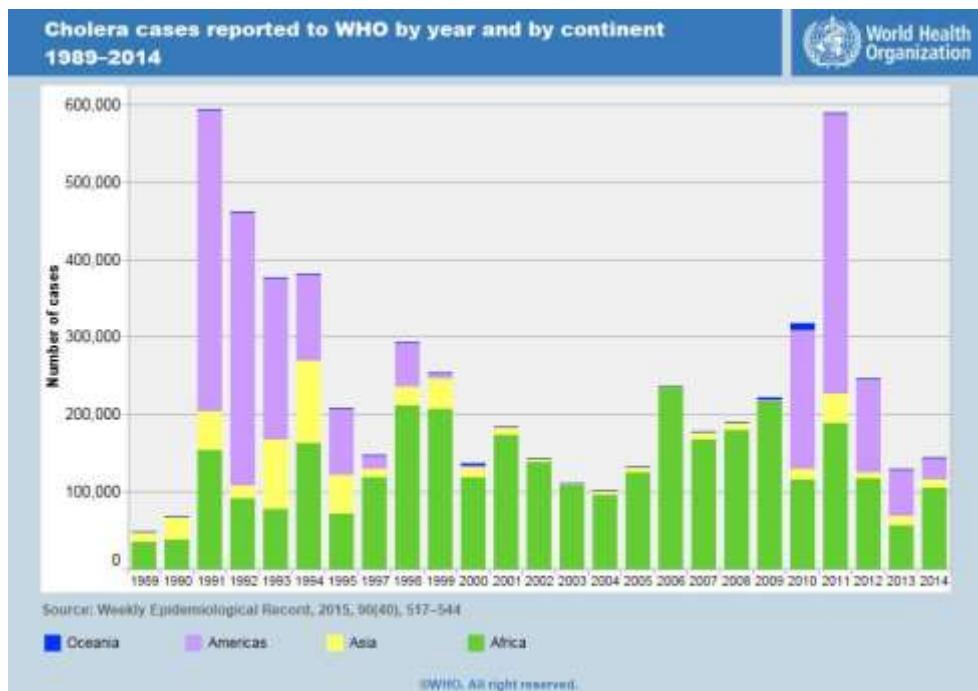
Penyakit kolera dapat menjangkit anak-anak maupun orang dewasa. Tidak semua penderita kolera menunjukkan gejala, sekitar 80% dari orang yang terinfeksi, tidak menunjukkan gejala apapun sehingga tidak disadari bahwa telah terinfeksi bakteri *Vibrio cholera* (Brauer, 2008). Pada orang yang mengalami

gejala, 80% memiliki gejala ringan atau sedang, sementara sekitar 20% mengalami diare akut dengan dehidrasi berat dan dapat menyebabkan kematian (WHO, 2015).

Penyakit kolera saat ini menjadi penyakit endemik di banyak negara. Menurut WHO (2015) selama tahun 2013, total 129.064 kasus yang terjadi di 47 negara dengan 2.102 kematian, dan diperkirakan masih banyak kasus yang tidak tercatat. Data pada tahun 2014, 55% dari kasus yang dilaporkan dari Afrika, 30% dari Asia dan 15% dari Amerika. Gambar 1.1 menunjukkan penyebaran penyakit kolera di berbagai negara.



**Gambar 1.1** Kasus Penyebaran Penyakit kolera tahun 2010- 2014 (WHO, 2015)



**Gambar 1.2 Kasus Penyakit Kolera Tahun 1989-2014 (WHO, 2015)**

Gambar 1.2 menunjukkan perkembangan penyakit kolera dari tahun 1989-2014. Berdasarkan Gambar 1.2 tampak bahwa perkembangan kasus penyakit kolera cenderung fluktuatif, kasus terbanyak terjadi pada tahun 1991 dan 2011 yaitu lebih dari 500.000 kasus. Karena jumlah kasusnya yang tidak sedikit dan setiap tahun terus menerus ada, maka penyakit kolera tidak dapat diremehkan dan diabaikan.

Penyebaran penyakit kolera dapat dimodelkan secara matematis ke dalam bentuk persamaan diferensial. Melalui model yang dihasilkan, dapat diperoleh kecenderungan perubahan banyaknya penderita penyakit kolera ini. Sehingga diperoleh gambaran mengenai dinamika penyebarannya, apakah banyaknya

penderita akan semakin berkurang ataukah semakin bertambah sehingga menjadi endemik.

Model matematika yang digunakan untuk melihat tingkat penyebaran suatu penyakit menular disebut dengan model endemik. Model endemik yang telah dikenal, diantaranya adalah adalah model endemik SIR (*Susceptible- Infected-Recovered*) dan SEIR (*Susceptible-Exposed-Infected-Recovered*). Metode SIR populasi dibagi menjad 3 kelas dengan *S* menyatakan kelas individu yang sehat dan rentan terhadap penyakit, *I* menyatakan kelas individu yang terinfeksi penyakit dan dapat sembuh, *R* menyatakan kelas individu yang sembuh akibat penyakit dan kebal terhadap penyakit. Pada model SEIR kelas individu dibagi menjadi 4 kelas. *Susceptible* adalah kelas individu yang rentan terhadap penyakit. *Exposed* adalah kelas individu yang telah terinfeksi bakteri namun belum menunjukkan tanda tanda menderita penyakit. *Infected* adalah individu yang terinfeksi bakteri dan telah menunjukkan gejala-gejala penyakit, dan *recovered* adalah individu yang telah sembuh karena melakukan pengobatan.

Penelitian menggunakan model matematika SIR untuk menganalisa penyebaran penyakit kolera telah dilakukan oleh beberapa peneliti, diantaranya adalah Noer Hidayati (2015) yang membahas model matematika penyebaran penyakit kolera dengan metode SIR dengan vaksinasi. Penelitian lain dilakukan oleh Andi Fitrianah (2015) yang menggunakan metode SIR dan model konsentrasi

bakteri terbagi menjadi menjadi dua yaitu bakteri yang sangat berbahaya (*hyperinfectious*) dan bakteri yang tidak begitu berbahaya (*less infectious*).

Pada skripsi ini digunakan model SEIR (*Susceptible- Exposed- Infected- Recovered*) pada penyebaran penyakit kolera. Dipilihnya model ini karena ada saat penyakit kolera dapat menjangkit, namun tidak menunjukkan tanda tanda gejalanya. Dari model yang terbentuk akan dicari titik ekuilibrium bebas penyakit, bilangan reproduksi dasar, dan selanjutnya akan dilakukan analisa mengenai kestabilan dan bifurkasi. Oleh karena itu, pada model endemik penyakit kolera perlu ada kelas *exposed*, yaitu kelas individu yang telah terinfeksi bakteri kolera namun tidak atau belum menunjukkan tanda-tanda menderita penyakit.

## **B. Identifikasi Masalah**

Dari paparan latar belakang dapat diidentifikasi beberapa masalah yaitu jika penyakit endemi kolera menyebar, diperlukan suatu pemodelan dari penyakit tersebut, setelah mengetahui model dari penyakit tersebut juga diperlukan penyelidikan kondisi kestabilan titik ekuilibrium, dan noda tidaknya bifurkasi yang terjadi dari penyakit tersebut untuk mengetahui karakteristik penyebaran penyakit tersebut.

## **C. Batasan Masalah**

Mengingat bahwa permasalahan penyusunan model matematika penyebaran penyakit kolera dengan metode SEIR sangat kompleks, maka perlu dilakukan pembatasan terhadap ruang lingkup permasalahan. Pembatasan permasalahan

yang dilakukan yaitu parameter parameter yang digunakan merupakan parameter-parameter yang menyatakan kondisi dari populasi. Pada penulisan tugas akhir ini parameter  $\varepsilon$  (tingkat penginfeksian dari individu kelas *exposed* menjadi individu kelas *infected* per satuan waktu) akan digerakkan, sedangkan parameter yang lain dibuat tetap. Untuk perolehan nilai parameter selain  $\varepsilon$  diperoleh dari berbagai sumber dan tidak akan dibahas dalam tugas akhir ini.

#### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan tersebut, maka rumusan masalah yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana formulasi model matematika dari sistem penyebaran penyakit kolera dengan model SEIR?
2. Bagaimana analisis bifurkasi yang terjadi pada sistem penyebaran penyakit kolera dengan model SEIR?

#### **E. Tujuan Penulisan**

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan tersebut, maka tujuan penulisan skripsi adalah sebagai berikut:

1. Memformulasi model matematika penyebaran penyakit berdasarkan model SEIR.
2. Menganalisa bifurkasi yang terjadi pada sistem penyebaran penyakit berdasarkan model SEIR.

## **E. Manfaat Penulisan**

### 1. Bagi Penulis

- a. Formulasi model matematika untuk sistem penyebaran penyakit berdasarkan model SEIR.
- b. Menentukan kestabilan di sekitar titik ekuilibrium sistem penyebaran penyakit berdasarkan model SEIR.
- c. Memperdalam pengetahuan tentang aplikasi bifurkasi sistem penyebaran penyakit berdasarkan model SEIR.

### 2. Bagi Instansi

Hasil dari tugas akhir diharapkan dapat menjadi dokumen akademik yang berguna untuk dijadikan acuan bagi mahasiswa.

### 3. Bagi Pembaca

- a. Memberi pengetahuan tentang sistem penyebaran penyakit berdasarkan model SEIR.
- b. Memberikan motivasi untuk melakukan pengembangan lanjutan.
- c. Sebagai referensi untuk pengembangan mengenai aplikasi bifurkasi matematika dengan kasus yang lain.