

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Perkembangan dunia yang semakin maju tidak dapat dipisahkan dari peranan ilmu matematika. Penggunaan ilmu pengetahuan di bidang matematika dalam kehidupan sehari-hari terdapat pada pengembangan aplikasi matematika di seluruh aspek kehidupan manusia. Peran matematika dalam permasalahan sehari-hari disajikan dalam pemodelan matematika. Representasi matematika yang dihasilkan dari pemodelan matematika disebut sebagai model matematika. Model matematika merupakan suatu tahap dalam pemecahan masalah berupa penyederhanaan fenomena nyata dalam bentuk matematika. Model matematika untuk mengetahui penyebaran penyakit dalam suatu wilayah disebut model epidemi. Epidemi adalah mewabahnya penyakit dalam komunitas atau daerah tertentu dalam jumlah yang banyak dan melebihi batas normal.

Model matematika digunakan untuk mempelajari tingkah laku epidemi terkait apakah epidemi tersebut meluas atautkah epidemi tersebut hilang dalam beberapa waktu ke depan. Hasil yang didapatkan dari model tersebut dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam pengambilan suatu keputusan. Salah satu masalah yang dapat dimodelkan ke dalam bentuk matematika adalah penyebaran penyakit hepatitis C.

Hepatitis C merupakan suatu penyakit yang menginfeksi organ hati yang disebabkan oleh virus hepatitis C (HCV). HCV merupakan jenis virus RNA dari keluarga *Flaviviridae* genus *Hepacivirus* (DirJen PP & PL Kementerian Kesehatan, 2012). HCV pertama kali diteliti pada tahun 1975 dan dipastikan keberadaannya pada tahun 1989. Peradangan organ hati akibat virus hepatitis C pada 70-80% akan terjadi kronis dan berujung pada sirosis hati serta kanker hati, namun 15-30% akan sembuh dengan sendirinya. Sekitar 170 juta orang di seluruh dunia secara kronis

telah terinfeksi HCV (Kretzschmar and Wiessing, 2006). Menurut *World Health Organization* (WHO), sekitar 300-500 ribu penduduk meninggal setiap tahun akibat terserang penyakit hepatitis C dan 130-150 juta orang di seluruh dunia telah terinfeksi hepatitis C kronis.

Penularan penyakit hepatitis C dapat terjadi melalui beberapa cara, di antaranya adalah melalui kontak darah antar individu, pencangkokan organ dari donor yang terinfeksi, kelahiran dari ibu yang terinfeksi, dan penggunaan peralatan jarum secara bersama-sama. Presentase penularan hepatitis C melalui penggunaan jarum suntik secara bersama-sama tergolong cukup besar terutama pada pengguna narkoba suntik. Di Indonesia, jumlah penderita penyakit hepatitis C oleh pengguna narkoba suntik mencapai 77,3% (PKNI, tanpa tahun). Besarnya jumlah penderita yang terserang penyakit hepatitis C menunjukkan bahwa penyakit tersebut berbahaya dan harus diminimalisir penyebarannya.

Model epidemi yang biasa digunakan dalam menganalisa penyebaran penyakit adalah model SIR. Model ini dipelajari oleh Kermack dan McKendrick. Dalam model ini, penyebaran yang terjadi menyebabkan beberapa individu di dalam suatu populasi di mana ada individu yang rentan (*susceptible*), individu yang sakit karena terinfeksi virus (*infected*), dan individu sembuh (*recovery*). Untuk penyebaran penyakit tertentu bisa digunakan model epidemi SIR tetapi untuk beberapa penyakit yang lebih kompleks dapat dikembangkan menjadi model yang baru. Untuk beberapa penyakit tertentu, sebagian individu yang terinfeksi dapat berkembang menjadi kronis, sehingga perlu adanya pengembangan model yang mampu mengakomodasi karakteristik penyakit tersebut, yaitu dengan menambahkan suatu subpopulasi *carrier*. Pada penyebaran penyakit dengan populasi *carrier*, individu *susceptible* dapat terinfeksi karena adanya kontak dengan individu *acute infection* maupun individu *carrier* (Keeling and Pejman, 2008). Individu yang terinfeksi akut (*acute infection*) dalam suatu periode tertentu akan sembuh total (*recovered*) dengan sendirinya,

atau dapat pula berkembang menjadi pembawa virus (*carrier*) (Keeling and Pejman, 2008). Pada umumnya, model ini dapat diterapkan pada penyebaran virus hepatitis C, karena seorang yang terinfeksi (*acute infection*) virus hepatitis C bisa berkembang menjadi hepatitis kronis maupun akan sembuh dengan sendirinya (meskipun dengan presentase yang kecil).

Penelitian mengenai penyebaran penyakit hepatitis C telah dilakukan oleh M. Kretzschmar dan L. Wiessing (2004) dalam *Modelling the transmission of Hepatitis C in injecting drug users*, dan Dontwi dkk (2010) dalam *Mathematical modeling of Hepatitis C Virus transmission among injecting drug users and the impact of vaccination*, dalam penelitian tersebut dibahas mengenai penyebaran hepatitis C dengan model *susceptible - acute infection - chronic carrier - recovered*. Model matematika pada penyebaran hepatitis C terbagi dalam 4 subpopulasi, yaitu *susceptible*, *acute infection*, *chronic carrier*, dan *recovered*. Pada model ini akan dicari pengaruh dari perubahan parameter *kappa* (κ) sehingga dapat menyebabkan terjadinya bifurkasi. Parameter *kappa* (κ) adalah parameter yang menunjukkan frekuensi rata-rata penggunaan jarum suntik bersama-sama.

Analisis bifurkasi dilakukan untuk melihat apakah perubahan nilai parameter tertentu dapat menyebabkan perubahan perilaku dinamik dari model epidemi yang dibentuk. Bifurkasi adalah perubahan (kestabilan) suatu sistem yang diakibatkan oleh adanya perubahan parameter. Bifurkasi terjadi dalam sistem dinamik yang memuat satu atau lebih parameter dan ditekankan pada perubahan perilaku yang mungkin dialami jika parameter-parameter tersebut berubah. Terdapat beberapa macam jenis bifurkasi, diantaranya adalah bifurkasi saddle-node, bifurkasi transkritikal, bifurkasi superkritikal, bifurkasi pitchfork, dan bifurkasi hopf (Guckenheimer & Holmes, 1985).

Pada skripsi ini digunakan model SACR berdasarkan pada penelitian M. Kretzschmar dan L. Wiessing (2004). M. Kretzschmar dan L. Wiessing menggunakan model epidemi SACR untuk

mempelajari penyebaran virus hepatitis C pada pengguna narkoba suntik. Dari perilaku dinamik model SACR akan ditentukan titik ekuilibrium kemudian dilakukan analisis kestabilan lokal pada masing-masing titik ekuilibrium. Berdasarkan analisis tersebut akan diselidiki kemungkinan terjadinya bifurkasi pada model SACR berdasarkan karakteristik bifurkasinya. Pada model ini, analisis bifurkasi digunakan untuk melihat apakah saat perubahan nilai parameter κ penyakit hepatitis C akan berangsur menghilang atau akan menjadi endemik.

B. Pembatasan Masalah

Pembahasan dalam skripsi ini dibatasi hanya pada sumber penyebaran melalui jarum suntik. Pemberian terapi atau pengobatan hepatitis C tidak dibahas. Laju kelahiran yang terjadi dalam populasi diasumsikan sama dengan laju kematian. Kematian akibat infeksi hepatitis C diabaikan karena hanya terjadi kematian alami pada setiap subpopulasi. Populasi manusia diasumsikan homogen, yaitu setiap anggota populasi memiliki karakteristik yang relatif sama. Parameter-parameter yang menyaakan kondisi dari populasi adalah $\alpha, \beta, \mu, \sigma, \rho$, dan κ . Pada skripsi ini parameter yang digerakkan adalah parameter κ , sedangkan parameter yang lain dibuat tetap. Untuk perolehan nilai parameter tidak akan dibahas dalam penulisan skripsi ini.

C. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dirumuskan masalah mengenai bifurkasi apa yang terjadi pada model matematika penyebaran virus hepatitis C berdasarkan karakteristiknya?

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan skripsi ini adalah:

Menganalisis bifurkasi yang terjadi pada model matematika penyebaran virus hepatitis C berdasarkan karakteristiknya.

E. Manfaat Penelitian

Penulisan skripsi ini diharapkan dapat digunakan untuk melakukan pendugaan mengenai endemik dari penyebaran virus hepatitis C, terutama pada pengguna narkoba suntik.

Penulisan skripsi ini juga diharapkan dapat memberikan informasi mengenai bifurkasi dan aplikasinya dalam menganalisa model penyebaran virus hepatitis C.