

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sel merupakan suatu organisme paling sederhana yang ada pada setiap bagian dari makhluk hidup, baik makhluk hidup bersel tunggal seperti bakteri atau yang multisellular seperti manusia, hewan dan tumbuhan [1]. Di tubuh manusia sendiri, jumlah sel terdapat sangat banyak, ada lebih dari 10 triliyun sel yang menyusun tubuh manusia. Sel di tubuh manusia disebut multiselluler karena mereka tidak bisa untuk berdiri sendiri, mereka harus bersatu satu sama lain untuk membentuk suatu organ, contohnya organ jantung yang terdiri dari banyak sekali sel.

Sel juga mempunyai tugas masing-masing, seperti pergerakan sel atau invasi sel ke suatu daerah untuk menyembuhkan luka, sel yang ini akan berpindah atau bermigrasi ke tempat yang terluka dan sel tersebut akan berkembang biak dan berubah bentuk menjadi bentuk yang lain, contohnya apabila kita terjatuh dan kulit kita sobek maka lama-kelamaan luka tersebut akan menghilang dan munculah kulit baru untuk menutupi luka tersebut.

Salah satu dari gerakan atau migrasi sel ada yang disebut dengan kemotaksis. Kemotaksis adalah gerakan sel yang diakibatkan oleh sel yang terpapar zat kimiawi tertentu pada lingkungannya, kemotaksis sendiri berperan penting untuk sel multisellular pada saat fertilisasi dan fase perkembangan, seperti migrasi sel neuron [1]. Maka faktor yang sangat mempengaruhi dari kemotaksis ini adalah kemoatraktan. Dimana kemoatraktan adalah zat kimia dalam jaringan yang menyebabkan neutrofil (sel darah putih) bergerak mendekati sumber zat kimia[5].

Dalam jumlah besar dari tumbuhan dan binatang termasuk manusia mengandalkan penciumannya yang tajam untuk mengetahui sesuatu informasi diantara setiap anggota dari kawanan spesies tersebut. Reaksi kimia yang mana

berperan pada proses ini dan disebut pheromones. Contohnya, ngengat benita *Bombyx mori* melakukan pheromones semacam proses kemotaksis, dan disebut bombykol yang merupakan sebuah kemoaktratan, sebagai penarik sex bagi ngengat jantan yang menandainya dengan sangat efisien menggunakan antena untuk menyaring konsentrasi dari bombykol.

Sementara itu OCTAVE adalah sebuah bahasa dengan kemampuan tinggi untuk komputasi teknis. Ia menggabungkan komputasi, visualisasi, dan pemrograman dalam satu kesatuan yang mudah digunakan di mana masalah dan penyelesaiannya diekspresikan dalam notasi matematik yang sudah dikenal. OCTAVE adalah sistem interaktif yang mempunyai basis data *array* yang tidak membutuhkan dimensi. Ini memungkinkan dapat menyelesaikan banyak masalah komputasi teknis, khususnya yang berkaitan dengan formulasi matriks dan vektor. Dalam perkembangannya, OCTAVE mampu mengintegrasikan beberapa *software* matriks sebelumnya dalam satu *software* untuk komputasi matriks.

Dalam karya ilmiah ini akan dibahas model sederhana tentang kemotaksis migrasi dengan tanpa mempertimbangkan adanya difusi yang terjadi pada sel. Sekaligus mencari solusi gelombang berjalannya, ditambah dengan mencari solusi kecepatan gelombangnya dari solusi gelombang berjalan dengan menggunakan analisis asimtotik. Penulis juga ingin menampilkan pergerakan dinamika dari solusi gelombang berjalan dengan menggunakan aplikasi program OCTAVE.

1.2. Rumusan Masalah

Dalam penulisan makalah ini, penulis memfokuskan kajiannya dalam masalah-masalah berikut :

1. Bagaimana bentuk model matematik sel kemotaksis?
2. Bagaimana kestabilan dari masing-masing titik tetap?
3. Seperti apa solusi kecepatan gelombang berjalan minimum untuk sel yang melakukan proses kemotaksis agar dapat menghasilkan solusi gelombang berjalan yang *smooth*?

4. Parameter apa yang mempengaruhi suatu dinamika sehingga dinamika tersebut membentuk gelombang berjalan yang *smooth* atau *shock* pada simulasi?
5. Seperti apa sensitifitas parameter b (tingkat pertumbuhan dari zat kemoaktratan) terhadap sistem persamaan diferensial dari model migrasi sel kemoaktratis?

1.3. Batasan Masalah

Supaya penelitian tetap fokus, maka penelitian ini dibatasi pada :

1. Untuk analisis kestabilan menggunakan nilai Eigen dengan proses Jacobi.
2. Untuk mencari solusi kecepatan minimum gelombang berjalan yang *smooth* menggunakan analisis asimtotik dengan metode perturbasi.
3. Dinamika yang dibuat dari aplikasi program OCTAVE merupakan hubungan antara sel dengan kemoaktratan dan analisis kestabilan dari sel dan kemoaktratan, secara numerik menggunakan metode Runga-Kutta Orde 4.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan dalam penulisan tugas akhir ini :

1. Mengetahui bagaimana bentuk model sel kemoaktratis.
2. Mengetahui bagaimana kestabilan dari masing-masing titik tetap.
3. Mengetahui seperti apa solusi kecepatan gelombang minimum untuk sel yang melakukan proses kemoaktratis agar dapat menghasilkan solusi gelombang berjalan yang *smooth*.
4. Mengetahui parameter apa yang mempengaruhi suatu dinamika sehingga dinamika tersebut membentuk gelombang berjalan yang *smooth* atau *shock* pada simulasi.

5. Mengetahui seperti apa sensitifitas parameter b (tingkat pertumbuhan dari zat kemoaktratan) terhadap sistem persamaan diferensial dari model migrasi sel kemotaksis.

Selain hal-hal diatas, karya ilmiah ini diharapkan bisa dapat bermanfaat bagi para pembacanya.

1.5. Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan ada empat macam, yaitu :

1. Studi pustaka

Pengumpulan bahan-bahan referensi yang mendukung pengerjaan penelitian, mulai dari buku-buku serta junal yang berkaitan dengan pemodelan matematika, migrasi sel, kemotaksis, sistem persamaan diferensial, persamaan diferensial biasa, persamaan diferensial parsial, titik tetap, matriks jacobi, nilai Eigen dan vektor Eigen, kestabilan, non-dimensialisasi, *entropy*, gelombang berjalan, gelombang berjalan yang *shock*, metode Runga-Kutta.

2. Analisis

Proses analisis ini menjadi salah satu metode utama yang dilakukan selama penelitian berlangsung. Diawali proses analisis dari model awal secara keseluruhan, lalu non dimensialisasi terhadap model, mencari titik tetap dan kestabilan, mencari persamaan untuk *wall-of-singularities*, dan mencari persamaan untuk kecepatan minimum dari sel agar gelombang berjalan *smooth*.

3. Simulasi

Pengaplikasian model matematikanya dilakukan melalui simulasi dengan menggunakan data acak. Dengan kata lain, hasil dari simulasi tersebut bukan hasil sebenarnya, tetapi yang diharapkan hasil dari model ini mendekati hasil yang sebenarnya (kenyataan). Adapun proses pengerjaannya akan dibantu oleh *software* matematika yaitu Octave dan Matlab sehingga dapat menghasilkan solusi grafiknya.

4. Interpretasi

Pengambilan kesimpulan dari hasil penelitian yang terkandung selama proses penelitian berlangsung.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan literatur ini terdiri dari empat bab, yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dipaparkan mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan dari masalah yang dikaji.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini penulis akan memaparkan landasan teori yang menjadi dasar teori pada masalah yang akan dibahas. Pada bab ini berisi dengan subbab-subbab Pemodelan Matematika, Migrasi sel, Kemotaksis, Sistem Persamaan Diferensial, Persamaan Diferensial Biasa, Persamaan Diferensial Parsial, Titik Tetap, Matriks Jacobi, Nilai Eigen dan Vektor Eigen, Kestabilan, Non-dimensialisasi, *Entropy*, Gelombang berjalan, Gelombang berjalan yang *shock*, Metode Runga-Kutta.

BAB III ANALISIS MODEL MIGRASI SEL KEMOTAKSIS : SOLUSI GELOMBANG BERJALAN YANG *SMOOTH* DAN *SHOCK*

Pada bab ini akan dipaparkan hasil kajian dari jurnal yang dijadikan sumber utama penelitian. Adapun subbab-subbab yang menjadi kajian khusus pada bab ini seperti, Model Matematika, *Wall of singularities*, Teori Persamaan Diferensial Hiperbolik: *Shock* dan Diskontinu dan Analisis Asimtotik (Metode Perturbasi).

BAB IV SIMULASI MODEL MIGRASI SEL KEMOTAKSIS : SOLUSI GELOMBANG BERJALAN YANG *SMOOTH* DAN *SHOCK*

Pada bab ini akan memaparkan bagaimana hasil dari kajian yang meliputi analisis dari model matematika mangsa pemangsa, dengan mengaplikasikannya

kedalam sebuah grafik dengan dibantu oleh *software* OCTAVE sehingga dapat membantu melihat dinamika dari gelombang berjalan model ini.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini akan dipaparkan simpulan sebagai jawaban dari rumusan permasalahan yang diajukan serta saran dan kritik untuk pengembangan tulisan yang berbeda di dalam penulisan selanjutnya yang akan melanjutkan analisis untuk masalah yang telah dipaparkan.

DAFTAR PUSTAKA

