

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Virus merupakan suatu agen infeksi berukuran mikroskopik yang memperbanyak dirinya di dalam sel suatu organisme, yang bertujuan untuk bertahan hidup, dengan cara memperbanyak dirinya. Virus terdiri dari 2 jenis, yaitu *enveloped* dan *non-enveloped virus*. Contoh virus yang termasuk kategori *enveloped* adalah virus influenza, *Hepatitis B Virus* (HBV), dan *Human Immunodeficiency Virus* (HIV), sedangkan yang termasuk kelompok *non-enveloped* adalah *Cowpea Chlorotic Mottle Virus* (CCMV), dan *Minute Virus of Mice* (MVM). Lapisan tambahan pada *enveloped virus* memiliki peran penting dalam tahap awal infeksi yang dilakukan oleh virus (Eshaghi dkk, 2020).

Saat menuju sel inang (*host cell*), virus akan menghadapi kondisi lingkungan yang keras seperti pengaruh suhu atau adanya serangan dari suatu enzim. Oleh karena itu, cangkang memiliki peranan penting sebagai pelindung genom (genom merupakan materi genetik pada virus) (Zhang dan Zhang, 2020). Hal menarik mengenai virus adalah cangkangnya, yakni cangkang virus yang komposisinya terdiri dari protein yang disebut sebagai kapsid yang berfungsi sebagai pelindung genom *Ribonucleic Acid* (RNA) maupun *Deoxyribonucleic Acid* (DNA). Setiap virus memiliki lapisan kapsid akan tetapi tidak semua virus memiliki suatu pelindung tambahan yang disebut sebagai lapisan lipid.

Karakteristik setiap virus beragam seperti sifat mekanik virus yaitu konstanta elastisitas (kekakuan) cangkang dan sifat intrinsik cangkang kapsid maupun cangkang lipid. Salah satu hal yang unik dan menarik dari sifat mekanik yang dimiliki virus, yaitu sifat elastisitas yang dimiliki virus. Elastisitas merupakan suatu kemampuan sebuah benda untuk menahan suatu pengaruh yang menyimpang, dan tentunya untuk kembali menuju ukuran, dan bentuk semula ketika pengaruh suatu gaya tersebut dihilangkan. Sedangkan kekakuan ialah sejauh mana suatu benda menahan suatu deformasi sebagai respon (tanggapan) terhadap gaya terkonsentrasi yang diberikan terhadap benda tersebut. Semakin elastis suatu benda, semakin tidak kaku benda tersebut (Atanackovic dan Guran, 2000). Setiap jenis virus, yakni *enveloped* dan *non-enveloped virus*, memiliki sifat intrinsik elastis dan kekakuan yang berbeda-beda, yang dapat dibuktikan dengan menggunakan *Atomic Force Microscopy* (AFM) (Mateu, 2012).

Penelitian mengenai sistem mekanis virus tentunya bermanfaat untuk mengetahui dan memahami sifat yang dimiliki virus. Dengan menggunakan AFM, ukuran virus dan sifat mekanik virus dapat diukur. AFM mengukur nilai kekakuan atau konstanta pegas virus, disebut sebagai konstanta pegas (*spring constant*) karena virus diasumsikan sebagai sebuah pegas. Kekakuan cangkang virus berkaitan erat dengan penginfeksi yang dilakukan oleh virus (Zhang dan Zhang, 2020). Sebagai contoh, pada virus HIV-1 dalam kondisi matang (*mature*) memiliki nilai kekakuan yang lebih kecil dibandingkan yang belum matang (*immature*). Ini berarti cangkang HIV-1 yang sudah matang lebih lunak dibandingkan dengan cangkang HIV-1 yang belum matang, HIV dalam keadaan matang lebih efisien memasuki sel yang diinfeksi dibandingkan dengan HIV-1

dalam keadaan belum matang (Kol dkk, 2007). Ukuran suatu cangkang virus mempengaruhi nilai kekakuan yang dimiliki oleh virus. AFM terbukti sangat berguna dalam mempelajari sifat mekanik virus. Informasi ini sangat penting, tidak hanya untuk memahami aspek biologis dari virus tersebut, tetapi juga memberikan pengetahuan mengenai deformabilitas, energi pembengkok (*bending energy*), energi perenggang (*stretching energy*), fenomena tekuk (*Buckling*), dan batas kerapuhan (*brittle*) yang dimiliki setiap jenis virus. Sebagai contoh, pada penelitian yang dilakukan oleh Schaap dkk (2012), yakni menentukan kekakuan virus pada virus *influenza* dengan menggunakan AFM. Pada penelitian tersebut didapatkan bahwa ukuran pada virus mempengaruhi suatu nilai kekakuan virus. Semakin besar nilai diameter lapisan cangkang yang dimiliki virus, maka kekakuan pada lapisan cangkang mengalami penurunan.

Selain menggunakan AFM (secara eksperimen) untuk menentukan kekakuan cangkang, terdapat *plate & shell theory* untuk menentukan kekakuan cangkang virus yang didapatkan dari jumlah antara energi pembengkok dan energi perenggang. Akan tetapi dengan adanya suatu metode lain dapat meningkatkan akurasi dan wawasan mengenai kekakuan cangkang virus. Pada penelitian ini meninjau lempengan pada cangkang virus untuk menentukan nilai konstanta elastisitasnya. Persamaan Michell merupakan solusi umum untuk kasus koordinat polar  $(r, \theta)$  dalam teori elastisitas. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini mengkaji mengenai virus dalam tinjauan fisika berdasar pandangan yang berbeda, yaitu dengan mengkaji mengenai persamaan Michell dalam meninjau cangkang virus. Sejauh penelusuran yang telah dilakukan, penulis belum menemukan metode analitis kekakuan cangkang virus dengan menggunakan solusi persamaan

Michell. Oleh karena itu, penulis terinspirasi untuk mengembangkan penelitian dengan judul “**Kajian Cangkang Virus dalam Tinjauan Fisika dengan Menggunakan Solusi Persamaan Michell**”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Persoalan yang akan ditinjau dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana sifat mekanis virus dalam tinjauan fisika?
2. Bagaimana karakteristik konstanta elastisitas cangkang virus?
3. Bagaimana penerapan persamaan solusi Michell dalam tinjauan konstanta elastisitas cangkang virus?

## **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah cangkang virus yang diteliti merupakan cangkang yang berbentuk bola atau dalam kasus spherical. Penelitian ini dilakukan dengan metode analitik dan metode numerik. Metode analitik dilakukan dengan menerapkan solusi persamaan Michell untuk meninjau konstanta elastisitas cangkang virus. Metode numerik menggunakan *Finite Element Analysis* (FEA).

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan yang ingin dicapai adalah :

1. Menjelaskan mengenai virus dalam tinjauan fisika,

2. Menjelaskan konstanta elastisitas pada cangkang virus dalam tinjauan fisika,
3. Menelaah mengenai persamaan solusi Michell dalam tinjauan cangkang virus, yang dikaji secara analitik dan numerik.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai gambaran teoritis tentang konstanta elastisitas (kekakuan) cangkang virus untuk meningkatkan pemahaman, dan pengetahuan tentang virus.
2. Meningkatkan pengetahuan untuk pribadi dan untuk umum mengenai virus dalam tinjauan fisika.
3. Suatu wawasan baru dalam mencari konstanta elastisitas cangkang virus.

### 1.6 Struktur Penulisan

#### BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini disampaikan mengenai latar belakang peninjauan masalah penelitian, rumusan masalah penelitian, batasan masalah penelitian, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian.

#### BAB II : KAJIAN PUSTAKA

Pada bab ini dibahas mengenai prinsip-prinsip matematika dalam peninjauan permasalahan dalam teori elastisitas dan bilangan triangulasi untuk

mencari nilai rata-rata radius cangkang virus. Pembahasan yang dicakup antara lain bilangan Eisenstein, persamaan Michell dan *plate & shell theory*.

### BAB III : METODE PENELITIAN

Pada bagian metode penelitian dijelaskan mengenai objek peneliti dan metode penelitian yang digunakan, hingga disajikan alur penelitian yang telah dilakukan.

### BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab IV disajikan persamaan yang diperoleh terkait konstanta elastisitas yang diperoleh berdasarkan metode analitik yang selanjutnya dibandingkan dengan kajian berdasarkan analisis numerik.

### BAB V : PENUTUP

Bab V berisikan kesimpulan yang didapatkan dari penelitian, dan saran terkait penelitian yang dilakukan.

