

**PENGARUH PEMBERIAN SEDUHAN TEPUNG KULIT MANGGA MANALAGI  
(*Mangifera Indica L.*) TERHADAP KADAR LDL (*Low Density Lipoprotein*) TIKUS  
PUTIH (*Norvegicus Strain Wistar*) JANTAN YANG DIBERI DIET TINGGI LEMAK**

**TUGAS AKHIR**

Untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana Gizi



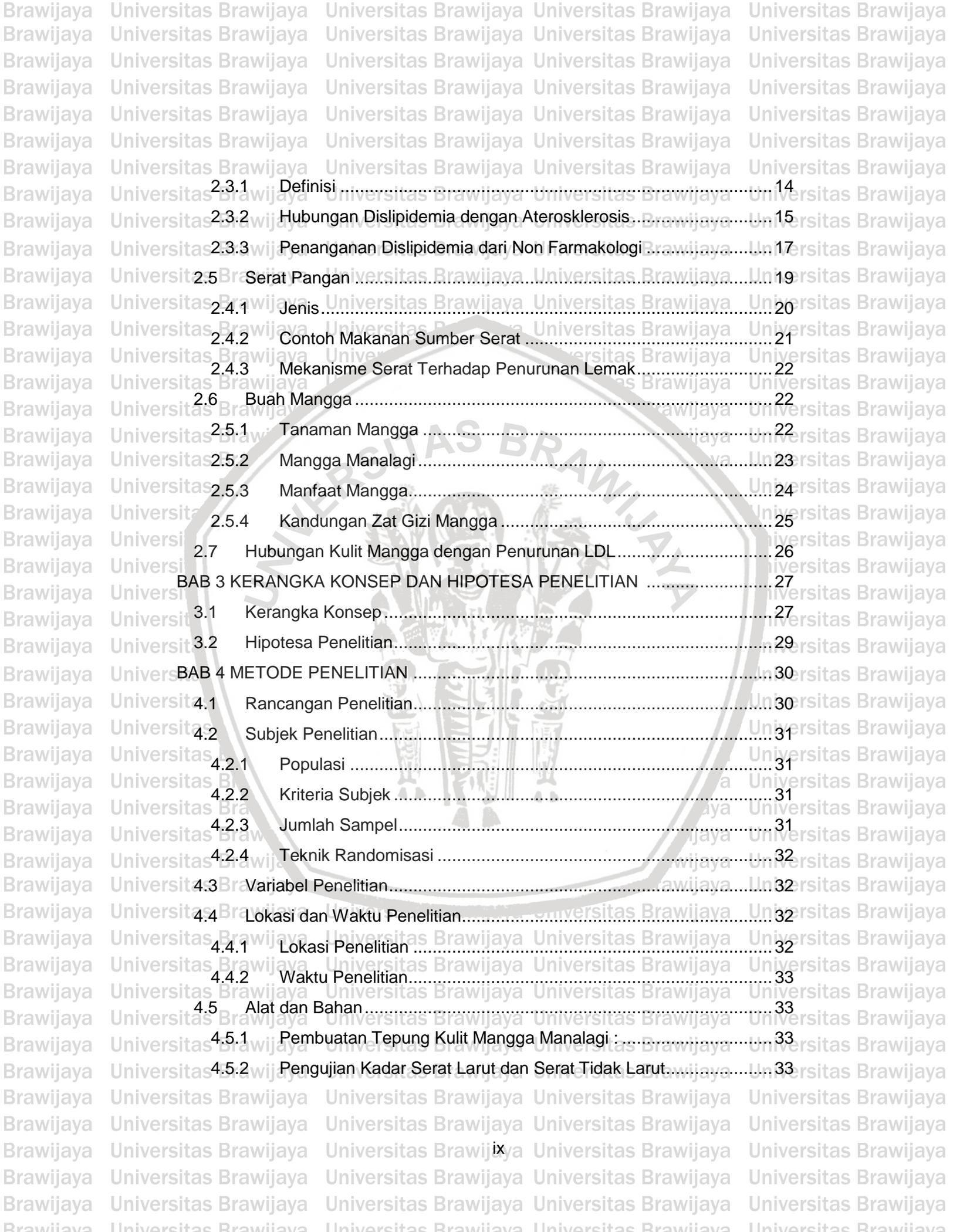
Oleh :

Agustina Ekasanti  
145070301111040

**PROGRAM STUDI ILMU GIZI  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2018**

**DAFTAR ISI**

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4.1 Tujuan Umum.....	4
1.4.2 Tujuan Khusus.....	4
1.4.3 Manfaat.....	5
1.4.1 Manfaat Akademik.....	5
1.4.2 Manfaat Praktis.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Diet Tinggi Lemak.....	6
2.2 Diet Rendah Serat.....	6
2.3 Lipid dalam Tubuh.....	7
2.2.1 Definisi dan Fungsi Lipid.....	7
2.2.2 Jenis Lipid dalam Tubuh.....	8
2.2.3 Metabolisme Lipoprotein.....	12
2.4 Dislipidemia.....	14



2.3.1	Definisi .....	14
2.3.2	Hubungan Dislipidemia dengan Aterosklerosis.....	15
2.3.3	Penanganan Dislipidemia dari Non Farmakologi.....	17
2.5	Serat Pangan .....	19
2.4.1	Jenis.....	20
2.4.2	Contoh Makanan Sumber Serat .....	21
2.4.3	Mekanisme Serat Terhadap Penurunan Lemak.....	22
2.6	Buah Mangga .....	22
2.5.1	Tanaman Mangga .....	22
2.5.2	Mangga Manalagi.....	23
2.5.3	Manfaat Mangga.....	24
2.5.4	Kandungan Zat Gizi Mangga .....	25
2.7	Hubungan Kulit Mangga dengan Penurunan LDL.....	26
<b>BAB 3 KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESA PENELITIAN .....</b>		<b>27</b>
3.1	Kerangka Konsep.....	27
3.2	Hipotesa Penelitian.....	29
<b>BAB 4 METODE PENELITIAN .....</b>		<b>30</b>
4.1	Rancangan Penelitian.....	30
4.2	Subjek Penelitian.....	31
4.2.1	Populasi .....	31
4.2.2	Kriteria Subjek .....	31
4.2.3	Jumlah Sampel.....	31
4.2.4	Teknik Randomisasi .....	32
4.3	Variabel Penelitian.....	32
4.4	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	32
4.4.1	Lokasi Penelitian .....	32
4.4.2	Waktu Penelitian.....	33
4.5	Alat dan Bahan.....	33
4.5.1	Pembuatan Tepung Kulit Mangga Manalagi .....	33
4.5.2	Pengujian Kadar Serat Larut dan Serat Tidak Larut.....	33

4.5.3	Pemeliharaan tikus .....	34
4.5.4	Pakan Tikus.....	34
4.5.5	Pemberian Seduhan Tepung Kulit Mangga Manalagi.....	35
4.5.6	Pengujian Kadar LDL.....	35
4.6	Definisi Operasional.....	35
4.7	Prosedur Penelitian .....	36
4.7.1	Perhitungan Dosis Tepung Kulit Mangga Manalagi .....	36
4.7.2	Pembuatan Seduhan Tepung Kulit Mangga Manalagi.....	37
4.7.3	Pengujian Kadar Serat Pangan .....	38
4.7.4	Pengujian Kadar Serat Larut.....	39
4.7.5	Pemberian Perlakuan .....	39
4.7.6	Pengujian Kadar LDL .....	41
4.8	Alur Penelitian .....	42
4.9	Analisa Data .....	44
<b>BAB 5 HASIL PENELITIAN DAN ANALISA DATA.....</b>		<b>45</b>
5.1	Karakteristik Sampel Penelitian .....	45
5.2	Kadar Serat pada Tepung Kulit Mangga Manalagi.....	48
5.3	Kadar Serum LDL.....	49
<b>BAB 6 PEMBAHASAN .....</b>		<b>50</b>
6.1	Pembahasan Hasil Penelitian.....	50
6.1.1	Karakteristik Sampel.....	50
6.1.2	Asupan Pakan.....	52
6.1.3	Kadar LDL Tikus.....	53
6.2	Keterbatasan Penelitian.....	56
<b>BAB 7 PENUTUP .....</b>		<b>57</b>
7.1	Kesimpulan.....	57
7.2	Saran.....	57
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>59</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>64</b>

**LEMBAR PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH PEMBERIAN SEDUHAN TEPUNG KULIT MANGGA MANALAGI  
(*Mangifera Indica L.*) TERHADAP KADAR LDL (*Low Density Lipoprotein*)  
TIKUS PUTIH (*Norvegicus Strain Wistar*) JANTAN YANG DIBERI DIET  
TINGGI LEMAK**

Oleh :

**AGUSTINA EKASANTI**

**145070301111040**

Telah diuji pada

Hari : Jumat

Tanggal : 20 Juli 2018

dan dinyatakan lulus oleh :

Penguji-I



Olivia Anggraeny, S. Gz., M. Biomed  
NIP. 2014048706052001

Pembimbing-I,



Fuadiyah Nila Kurniasari, S. Gz. MPH  
NIP. 2009088608202001

Pembimbing-II,



Leny Budhi Harti, S.Gz, M.Si. Med  
NIP. 2014108610262001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Ilmu Gizi



Dian Handayani, S.K.M., M.Kes., Ph.D  
NIP. 197404022003122002

## ABSTRAK

Ekasanti, Agustina. 2018. ***Pengaruh Pemberian Seduhan Tepung Kulit Mangga Manalagi (Mangifera Indica L.) Terhadap Kadar LDL (Low Density Lipoprotein) Tikus Putih (Norvegicus Strain Wistar) Jantan Yang Diberi Diet Tinggi Lemak.*** Tugas Akhir, Fakultas Kedokteran, Universitas Brawijaya. Pembimbing : (1) Fuadiyah Nila Kurniasari, S. Gz. MPH, (2) Leny Budhi Harti, S.Gz, M.Si.Med

Penyakit jantung koroner merupakan penyakit tidak menular yang memiliki peningkatan progresif setiap tahun. Dislipidemia adalah faktor resiko utama, dimana terdapat peningkatan kadar LDL yang bersifat aterogenik. Kulit mangga manalagi mengandung serat larut air yang dapat menurunkan LDL darah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh antara pemberian seduhan tepung kulit mangga manalagi (*Mangifera Indica L.*) terhadap kadar LDL (*Low Density Lipoprotein*) tikus putih (*Ratus Norvegicus Strain Wistar*) jantan yang diberi diet tinggi lemak. Penelitian ini merupakan *true eksperimental* dengan rancangan *post test only control group design*. Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah tikus putih (*Norvegicus Strain Wistar*) jantan berjumlah 30 ekor tikus yang dibagi ke dalam 5 kelompok. Kelompok K(-) diberi diet normal, kelompok K(+) diberi diet tinggi lemak, kelompok perlakuan P1, P2, P3 diberi diet tinggi lemak dan seduhan tepung kulit mangga manalagi masing-masing 0,4 g, 0,8 g, 1,6 g. Pemberian intervensi dilakukan selama 42 hari. Kadar LDL tikus diukur sesudah intervensi menggunakan metode *Homogeneous Enzymatic Colorimetric Assay*. Uji beda kadar LDL menggunakan uji *One Way Anova*. Pemberian seduhan tepung kulit mangga manalagi selama 42 hari tidak memberikan perbedaan kadar LDL secara signifikan antar kelompok perlakuan ( $p=0,173$ ). Selama penelitian kelompok perlakuan P3 mati semua. Hasil statistik menunjukkan bahwa kelompok K(+) memiliki kadar LDL 16,40 mg/dl, kelompok K(-) memiliki kadar 12,00 mg/dl, kelompok P1 memiliki kadar 14,50 mg/dl, Kelompok P2 memiliki kadar 10,33 g/dl. Pemberian seduhan tepung kulit mangga manalagi tidak menunjukkan perbedaan kadar LDL secara signifikan antar kelompok.

Kata Kunci : tepung kulit mangga manalagi, serat pangan, kadar LDL, diet tinggi lemak

## ABSTRACT

Ekasanti, Agustina. 2018. ***Effect of Manalagi Mango Peel Powder Solution to LDL Levels on Male White Rats of Wistar Strain Rattus Norvegicus with High-Fat Diet***. Final Assignment, Nutrition Program, Faculty of Medicine, Brawijaya University. Supervisors: (1) Fuadiyah Nila Kurniasari, S. Gz. MPH, (2) Leny Budhi Harti, S.Gz, M.Si. Med

Coronary heart disease is a non communicable disease that has a progressive increase each year. Dyslipidemia is a main risk factor, it will increase atherogenic LDL. Manalagi mango peel contain soluble fiber are lowering LDL level. The purpose of this research was to determine the effect of manalagi mango peel powder solution to LDL cholesterol levels in male Wistar rats (*Rattus Norvegicus*) fed with a high fat diet. This study was a true experimental research post test control group design. The sample used 30 male white rats (*Norvegicus Strain Wistar*) and divided into 5 groups. Group K(-) was given standard diet; group K(+) was given high fat diet; group P1 was given high fat diet and manalagi mango peel powder solution 0,4 g; group P2 was given high fat diet and manalagi mango peel powder solution 0,8 g; Group P3 was given high fat diet and manalagi mango peel powder solution 1,6 g. Intervention was given in 42 days. LDL cholesterol serum was determined using Homogeneous Enzymatic Colorimetric Assay method. Data were analysed using One Way Anova. The result showed that there were no significantly differences after intervention of mango peel powder solution for 42 days ( $p=0,173$ ). During the study, all of the sample P3 group dead. The statistic result showed that LDL levels were group K (+) 16.40 mg / dl, K (-) 12.00 mg / dl, P1 14.50 mg / dl, P2 10.33 g / dl. There were no significant differences LDL levels between group after giving mango peel powder solution.

Keywords: Manalagi mango peel powder, dietary fiber, LDL, high fat diet

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar belakang

Pada era modern ini telah terjadi perubahan pola penyakit penyebab mortalitas dan morbiditas di masyarakat. Bukan hanya penyakit menular saja, tetapi penyakit tidak menular juga memiliki prevalensi yang cukup tinggi menyebabkan mortalitas dan morbiditas di masyarakat. Penyakit Jantung koroner merupakan salah satu penyakit tidak menular yang memiliki peningkatan progresif dari tahun ke tahun. Berdasarkan hasil RISKESDAS 2007 kejadian PJK sebesar 7,3% dan meningkat pada tahun 2013 sebanyak 14,6% (berdasarkan diagnosis tenaga kesehatan dan gejala)(Kemenkes RI, 2007; Kemenkes RI 2013).

Faktor risiko utama dari kejadian penyakit jantung koroner adalah adanya dislipidemia. Dislipidemia merupakan kondisi terjadinya abnormalitas kadar profil lipid darah, yaitu peningkatan kolesterol, trigliserida, LDL (*Low Density Lipoprotein*), serta penurunan kadar HDL (*High Density Lipoprotein*). Dari keempat jenis lipid tersebut, jenis lipid LDL adalah yang paling berbahaya karena merupakan jenis lipid aterogenik yang mudah menempel pada dinding pembuluh darah (Ma'rufi dan Rosita, 2014).

Peningkatan dislipidemia disebabkan karena adanya perubahan pola gaya hidup masyarakat yaitu lebih seringnya mengkonsumsi makanan cepat saji yang mengandung tinggi lemak, rendah serat, serta tinggi kalori. Lemak yang tinggi akan menyebabkan peningkatan kadar LDL darah. Menurut penelitian Sari *et al* (2014) responden yang mengkonsumsi lemak >25 persen dari total energi memiliki resiko 1,5 kali untuk memiliki kadar kolesterol LDL yang tinggi dibandingkan dengan responden

yang mengonsumsi lemak <25 persen total energi. Selain itu, pada penelitian Aulia (2012) juga ditemukan bahwa asupan lemak lebih dari 25% memiliki 9 kali risiko lebih besar mengalami hiperkolesterolemia dibandingkan dengan responden yang mengonsumsi lemak dalam jumlah yang dianjurkan.

Selain karena asupan lemak yang tinggi, asupan serat yang rendah juga memengaruhi kadar LDL darah. Data Riskesdas tahun 2013, menunjukkan presentase perilaku masyarakat Indonesia yang kurang mengonsumsi buah dan sayur yang berhubungan dengan asupan serat sebesar 93,5%. Asupan dikategorikan kurang jika asupan buah dan sayurnya kurang dari 5 porsi sehari dalam 7 hari. Serat terbagi menjadi dua yaitu serat larut dan serat tidak larut. Serat larut adalah jenis serat yang dapat larut dalam air, sehingga dapat melewati usus halus dengan mudah dan difermentasi di mikroflora usus besar. Sedangkan, serat tidak larut adalah jenis serat yang tidak dapat larut dalam air, sehingga tidak dapat membentuk gel ketika melewati usus halus dan sangat sulit difermentasi oleh mikroflora usus besar manusia (Sari *et al*, 2014). Makanan berserat tinggi atau suplemen makanan mengandung serat larut dapat menurunkan kadar kolesterol serum sebesar 15 hingga 19 persen, dan diperkirakan dapat mengurangi risiko penyakit jantung koroner lebih dari 30 persen. Dalam saluran pencernaan, serat larut mengikat asam empedu (produk akhir kolesterol) dan kemudian dikeluarkan bersama feses. Dengan demikian, semakin tinggi konsumsi serat larut akan semakin banyak asam empedu dan lemak yang dikeluarkan oleh tubuh sehingga kadar LDL menurun (Fairudz, 2015).

Serat larut terdapat dalam buah, sayuran, biji-bijian (gandum), dan kacang-kacangan (Fairudz, 2015). Salah satu buah yang memiliki serat larut yang cukup tinggi

adalah buah mangga, yang pada kulitnya terkandung serat larut sebesar 19 gram per 100 gram (Ajila, 2008).

Mangga merupakan salah satu potensi pangan lokal Indonesia. Mangga merupakan buah tropis dan musiman yang menjadi komoditas andalan sektor pertanian Indonesia. Mangga manalagi adalah salah satu jenis mangga yang cukup dikenal di Jawa Timur. Produksi Mangga di Jawa Timur sendiri juga cukup tinggi, menurut data pada tahun 2013 produksi mangga yaitu sebesar 7.994.104 ton (Dinas Pertanian Tanaman Pangan Jawa Timur, 2014). Selain itu, mangga manalagi juga memiliki kandungan serat paling tinggi dibandingkan dengan jenis mangga lainnya yaitu serat pada buahnya sebesar 11,8 g (Persagi, 2009).

Selama ini buah mangga yang dimanfaatkan hanya daging buahnya saja, padahal kulit mangga menyumbang komposisi sebesar 15-20% dari total buah mangga. Dengan demikian, ada total sekitar 24,7-33,0 juta kg dari kulit mangga yang terbuang setiap tahunnya dan tidak dimanfaatkan. Padahal buah – buahan ini umumnya mengandung senyawa-senyawa pektin pada kulit buahnya. Diperkirakan kulit buah mangga mengandung 20,8% sampai 39% pektin. (Gragasin, 2014). Saat sudah menjadi tepungpun, kulit mangga masih mengandung cukup tinggi serat yaitu sebesar 51,2%. Kandungan serat tidak larut adalah 32,1% dan serat larut adalah 19% (Ajila, 2010).

Tepung dari mangga saat ini merupakan salah satu diversifikasi produk olahan yang menarik untuk dikembangkan. Tepung mangga dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan olahan pangan tinggi serat seperti diolah menjadi roti, kue, jelly, penambah rasa pada es krim dan yoghurt. Pembuatan tepung selain dapat menekan

kerusakan dan kerugian hasil juga dapat digunakan untuk meningkatkan nilai tambah.

(Paramita, 2012).

Berdasarkan pada latar belakang tersebut maka perlu dilakukan penelitian terkait kadar serat pangan yang ada pada mangga manalagi serta pengaruh pemberian seduhan tepung kulit mangga manalagi (*Mangifera Indica L.*) terhadap kadar LDL (*Low Density Lipoprotein*) serum tikus putih (*Ratus Norvegicus Strain Wistar*) jantan yang diberi diet tinggi lemak.

**1.2 Rumusan Masalah**

Apakah terdapat pengaruh antara pemberian seduhan tepung kulit mangga manalagi (*Mangifera Indica L.*) terhadap kadar LDL (*Low Density Lipoprotein*) serum tikus putih (*Ratus Norvegicus Strain Wistar*) jantan yang diberi diet tinggi lemak?

**1.3 Tujuan**

**1.4.1 Tujuan Umum**

Mengetahui pengaruh antara pemberian seduhan tepung kulit mangga manalagi (*Mangifera Indica L.*) terhadap kadar LDL (*Low Density Lipoprotein*) tikus putih (*Ratus Norvegicus Strain Wistar*) jantan yang diberi diet tinggi lemak.

**1.4.2 Tujuan Khusus**

1. Mengetahui kadar serat pangan yang ada pada tepung dan seduhan tepung kulit mangga manalagi
2. Mengetahui kadar LDL pada tikus putih (*Ratus Norvegicus Strain Wistar*) jantan yang diberi diet normal dan diet tinggi lemak

3. Mengetahui kadar LDL pada tikus putih (*Ratus Norvegicus Strain Wistar*)

jantan yang diberi diet tinggi lemak dengan pemberian berbagai dosis seduhan tepung kulit mangga manalagi

4. Menganalisis perbedaan kadar LDL pada tikus putih (*Ratus Norvegicus*

*Strain Wistar*) jantan yang diberi dan tidak diberi seduhan tepung kulit mangga manalagi

**1.4 Manfaat**

**1.4.1 Manfaat Akademik**

Dapat menambah pengetahuan, informasi dan wawasan peneliti terkait kadar dan jenis serat pada kulit mangga manalagi dan pengaruhnya terhadap kadar LDL.

**1.4.2 Manfaat Praktis**

Memanfaatkan bahan pangan lokal yang biasa dijadikan sampah dan tidak terpakai serta memberikan informasi kepada masyarakat terkait pemanfaatan kulit mangga yang akan dilihat pengaruhnya terhadap kadar LDL serum tikus putih (*Norvegicus Strain Wistar*) jantan yang diberi diet tinggi lemak.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Diet Tinggi Lemak

Terdapat jenis lemak yang terkandung dalam makanan yang dapat memengaruhi metabolisme lipid dan profil lipid dalam tubuh. Ada yang memperburuk profil lipid yaitu jenis *saturated fatty acid* (lemak jenuh) dan kolesterol, serta yang dapat memperbaiki profil lipid yaitu jenis *monounsaturated and polyunsaturated*. Diet tinggi lemak jenuh dan kolesterol inilah yang menjadi masalah kesehatan.

Jenis diet tinggi lemak jenuh dan kolesterol ini yang biasanya digunakan pada penelitian untuk membuat hewan coba terkena kondisi dislipidemia. Namun belum terdapat standar untuk komposisi diet tinggi lemak yang digunakan untuk menurunkan HDL dan meningkatkan kadar LDL, trigliserida, dan kolesterol darah pada tikus. Rata-rata komposisi dari diet tinggi lemak yang dipakai adalah kuning telur, minyak hewani (lemak babi), asam kolat. Pemakaian bahan-bahan tinggi kolesterol tersebut bertujuan untuk meningkatkan kadar LDL serta menurunkan kadar HDL darah. Lama waktu pemberian diet tinggi lemak juga memengaruhi perubahan kadar profil lipid. Semakin lama pemberian diet tinggi lemak, semakin jauh profil lipid dari kadar normal (Murwani *et al*, 2006; Coelho *et al*, 2011; Heriansyah, 2013).

#### 2.2 Diet Rendah Serat

Serat merupakan komponen dari makanan yang tidak mudah diserap dan peran gizinya dapat diabaikan. Namun serat memiliki peran lain yang tidak dapat digantikan oleh zat lain. Macam-macam fungsi serat, terutama serat larut yang dapat memperlama pengosongan lambung. Haisl penemuan menunjukkan bahwa

orang yang mengonsumsi rendah serat ditemukan banyak mengidap berbagai penyakit seperti diverticulitis, kanker kolon, aterosklerosis, penyakit jantung koroner, diabetes melitus dan apendisitis. Kebutuhan serat makanan bagi orang dewasa adalah sebanyak 20-35 g/hari (Kusharto, 2006).

### 2.3 Lipid dalam Tubuh

#### 2.2.1 Definisi dan Fungsi Lipid

Lipid merupakan komponen organik yang tidak larut dalam air tetapi larut dalam pelarut organik (Crook, 2012).

Lipid di dalam tubuh memiliki beberapa fungsi, diantaranya :

1. Sumber energi, merupakan sebagai sumber energi paling besar dibandingkan karbohidrat dan protein yaitu mencapai 9 kkal per gramnya. Sedangkan untuk protein dan karbohidrat hanya mengandung 4 kkal per gramnya. Selain itu, kelebihan asupan dalam tubuh akan disimpan menjadi cadangan lemak.
2. Sumber asam lemak esensial, asam linoleat (omega 6) dan asam linolenat (omega 3). Merupakan jenis lemak yang sangat dibutuhkan tubuh, tetapi tubuh tidak dapat mensintesisnya. Kekurangan sumber lemak ini akan memunculkan gejala dermatitis kulit, terhambatnya pertumbuhan, terganggunya reproduksi, degenerasi atau kerusakan pada beberapa organ tubuh serta kerentanan terhadap adanya infeksi.
3. Pengangkut vitamin larut lemak, vitamin A D E K.
4. Menyimpan cadangan protein, jika terdapat simpanan lemak dalam tubuh maka akan menghambat sintesis protein untuk menjadi energi,

5. Membuat efek rasa rasa kenyang dan kelezatan, lemak dapat memperlambat pengosongan lambung sehingga efek rasa kenyang lebih lama. Selain itu memberi tekstur dan kelezatan khusus pada makanan.
6. Memelihara suhu tubuh, lapisan lemak di bawah kulit dapat mencegah kehilangan panas tubuh secara cepat
7. Melindungi organ penting tubuh seperti jantung, hati, ginjal, yang membuat organ tersebut tetap berada pada tempatnya dan melindunginya dari benturan (Almatsier, 2009).

### 2.2.2 Jenis Lipid dalam Tubuh

Tiga jenis lipid yang penting dalam pengukuran biokimia CVD (*Cardiovascular Disease*) adalah Lipoprotein, Kolesterol, dan Trigliserida.

#### 1 Trigliserida (TG)

Merupakan ester gliserol yaitu alkohol terhidrat dan asam lemak. Sifat fisik dari trigliserida ditentukan oleh proporsi dan struktur kimia asam lemak yang membentuknya. Lipoprotein yang mengandung banyak trigliserida adalah kilomikron, VLDL, dan sisa atau produk perantara selama metabolisme. Kenaikan kadar TG di dalam darah berhubungan juga dengan penyakit CVD. Tingginya kadar TG dipengaruhi oleh kandungan karbohidrat pada makanan dan kegemukan (Almatsier, 2009).

#### 2 Kolesterol

Kolesterol merupakan jenis sterol yang termasuk komponen esensial dalam membentuk membran struktural untuk semua sel dan penyusun utama sel otak dan saraf. Serabut dari sel saraf yang memiliki fungsi untuk menghantarkan konduksi serta transmisi elektrik diselimuti oleh kolesterol. Kolesterol sangat penting untuk membentuk beberapa steroid seperti asam empedu, estrogen,

androgen, asam folat, progesteron. Dalam jumlah yang banyak di dalam darah, kolesterol sangat berbahaya karena dapat mengendap pada dinding pembuluh darah. Penghasil utama kolesterol adalah sintesis dari hati. Pada manusia dan hewan, kolesterol ini berasal dari sintesis kolesterol dan makanan yang diasup, sehingga besarnya jumlah kolesterol yang disintesis bergantung pada kebutuhan tubuh dan jumlah makanan yang diasup (Almatsier, 2009; Widyaningsih *et al.*, 2010).

### 3 Lipoprotein

Karena Lipid merupakan molekul yang tidak larut dalam air, sehingga di dalam darah diikat oleh protein. Gabungan molekul lipid dan protein tersebut dinamakan lipoprotein. Bagian dalam dari lipoprotein terdiri atas trigliserida dan kolesterol yang ditutup dengan fosfolipoda. Peran dari lipoprotein sendiri adalah mengangkut lipid ke sel untuk energi, penyimpanan, atau sebagai substrat yang digunakan untuk sintesis senyawa lain seperti prostaglandin, tromboksan, dan leukotrien. Lipoprotein terdiri dari beberapa jenis yang setiap jenisnya tersebut memiliki komponen, ukuran dan densitas yang berbeda-beda. Komposisi dari perbandingan protein dan lipid menentukan densitas dari setiap jenis lipoprotein tersebut. Macam-macam jenis lipida tersebut adalah :

#### a. *Chylomicrons*

*Chylomicrons* merupakan lipoprotein yang paling besar dan densitasnya yang paling rendah. Berfungsi untuk mengangkut lipid (eksogen) dari usus halus atau saluran cerna untuk diangkut ke seluruh sel. Komposisi dari kilomikron yang terbesar adalah trigliserida. Trigliserida pada kilomikron dihidrolisa oleh enzim Lipoprotein Lipase (LPL), terletak pada permukaan sel endotelial pada otot dan jaringan lemak yang mengubahnya menjadi gliserol dan asam lemak bebas.

Apolipoprotein adalah pembawa lipid di dalam darah juga pengatur metabolisme molekul lipoprotein. Ketika 90% dari trigliserida dihidrolisis, maka sisanya adalah kolesterol dan protein kembali ke darah menuju hati untuk dimetabolisme. Namun saat menuju ke hati, ada beberapa dari senyawa kolesterol yang tertinggal pada dinding pembuluh darah, maka disebut aterogenik (Mahan *et al.*, 2012; Almatier, 2009).

b. *Very Low Density Lipoprotein (VLDL)*

Disintesis di hati untuk mengedarkan trigliserida dan kolesterol endogen dari hati ke sel. Sebanyak 55-65% trigliserida adalah komponen penyusun VLDL. VLDL berubah menjadi LDL karena jumlah TG yang semakin berkurang, selama pertengahan proses juga terbentuk *intermediate-density lipoproteins (IDL)*. Namun IDL ini secara normal tidak terdapat di plasma karena sifatnya hanya sementara karena keberadaannya akan diambil oleh hati atau akan berubah menjadi LDL (Mahan *et al.*, 2012; Almatier, 2009; Crook, 2012).

c. *Low Density Lipoprotein (LDL)*

Jenis lipid LDL adalah yang paling berbahaya karena merupakan jenis lipid aterogenik. LDL (*Low Density Lipoprotein*) atau sering disebut dengan kolesterol jahat merupakan jenis kolesterol yang densitasnya (kerapatan) rendah, sangat lengket dapat dengan mudah menggumpal pada pembuluh darah sehingga menyebabkan aterosklerosis. Karena sifat aterogenik inilah, menyebabkan LDL mudah menempel pada dinding sebelah dalam pembuluh darah sehingga dapat menyebabkan timbunan plak yang dapat mempersempit pembuluh darah atau disebut aterosklerosis. LDL dalam darah dikatakan normal jika kadarnya <130mg/dl (Ma'rufi dan Rosita, 2014).

LDL terbentuk dari VLDL dan berfungsi membawa kolesterol ke semua sel tubuh misalnya sel otot, sel lemak, dan sel-sel lain. Memiliki kandungan kolesterol yang tinggi mencapai 45% dan Trigliserida yang rendah. LDL memiliki reseptor yaitu apolipoprotein B-100. Berfungsi untuk mengambil LDL setelah terbentuk dari hati, adrenal atau jaringan lainnya. Sisanya dimetabolisme melalui jalur nonreseptor. Jumlah dan aktivitas dari LDL reseptor sangat bergantung pada jumlah LDL kolesterol di darah. Kadar LDL yang tinggi berkaitan tinggi dengan kejadian atherosklerosis (Mahan *et al.*, 2012).

#### d. *High Density Lipoprotein (HDL)*

Merupakan lipoprotein dengan densitas paling tinggi dan mengandung protein paling banyak yaitu 45-50%. Berfungsi untuk mengangkut kembali kolesterol dari darah atau sel untuk kembali ke hati. Apo A-1 merupakan lipoprotein utama HDL dan merupakan antiinflamatori, antioksidan protein yang membantu untuk mengangkut kolesterol dari dinding pembuluh darah menuju ke hati.

Tingginya kadar HDL dalam darah berhubungan dengan rendahnya faktor resiko atherogenesis (Mahan *et al.*, 2012; Crook, 2012).

Tabel 2. 1 Komposisi Lipoprotein

Lipoprotein	Trigliserida (%)	Kolesterol (%)	Fosfolipida (%)	Protein (%)
Kilomikron	80-90	2-7	3-6	1-2
VLDL	55-65	10-15	15-20	5-10
LDL	10	45	22	25
HDL	5	20	30	45-50

(Almatsier, 2009)

### 2.2.3 Metabolisme Lipoprotein

Terdapat tiga jalur pada metabolisme lipoprotein, yaitu jalur endogen, eksogen serta *reverse cholesterol transport* yang akan menghasilkan jenis lipoprotein yang berbeda. Jalur metabolisme endogen dan eksogen berhubungan dengan metabolisme kolesterol, LDL dan trigliserida. Sedangkan jalur *reverse cholesterol transport* berhubungan dengan metabolisme HDL. Penjelasan masing masing jalur adalah sebagai berikut :

#### 1. Jalur Metabolisme Eksogen

Jalur metabolisme ini berasal dari metabolisme makanan yang masuk ke dalam tubuh, karena sumber lipid dari makanan paling banyak mengandung trigliserida kemudian sejumlah kecil kolesterol, fosfolipid dan ester kolesterol. Makanan yang masuk ke dalam lambung akan diemulsifikasi oleh empedu dan mengubahnya menjadi partikel lebih kecil agar bisa dicerna enzim pencernaan. Di dalam usus, trigliserida dihidrolisis oleh enzim lipase dan pankreas menjadi asam lemak bebas dan monogliserida. Dalam bentuk miselus, asam lemak bebas dan monogliserida bersama empedu masuk ke dalam enterosit *brush border* untuk diabsorpsi. Empedu dilepaskan kembali untuk didaur ulang.

Asam lemak bebas di dalam enterosit diubah menjadi trigliserida, sedangkan kolesterol diubah menjadi kolesterol ester. Trigliserida, kolesterol, fosfolipid serta apoprotein B48 bergabung menjadi lipoprotein kilomikron *nascent*. Lipoprotein kilomikron masuk ke dalam aliran darah melalui aliran limfe dan duktus torasikus dipecah oleh Lipoprotein Lipase menjadi asam lemak bebas (*Free Fatty acid*).

Asam lemak yang dilepaskan ini ditangkap oleh adiposit dan mioisit untuk diubah menjadi energi atau disimpan di dalam adiposa dalam bentuk trigliserida. Jika jumlah asam lemak terlalu besar, maka hati akan mengambilnya dan

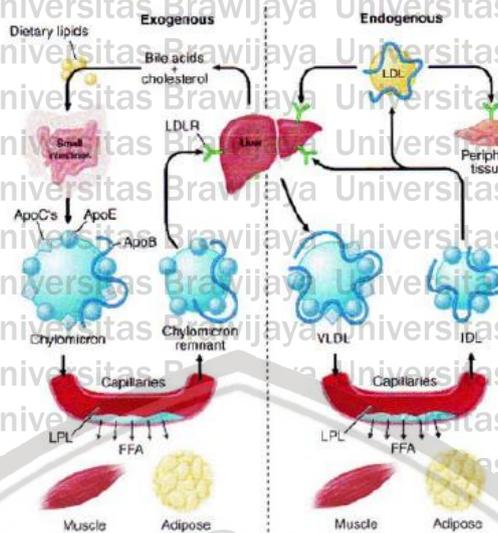
menjadikannya sebagai bahan pembentuk trigliserida. Semakin lama, kilomikron akan kehijauan sebagai trigliserida dan disebut kilomikron remnan. Kilomikron remnan ini kaya akan kolesterol ester dan dibersihkan dari darah oleh reseptor lipoprotein menuju ke hati untuk didegradasi oleh hepatosit.

## 2. Jalur Metabolisme Endogen

Simpanan lipid di hepatosit dipecah menjadi trigliserida dan kolesterol ester.

Trigliserida hati dengan fosfolipid membentuk VLDL yang dilepaskan ke jaringan adiposa membentuk VLDL *nascent*. VLDL ini juga mengandung Apo Cs, Apo B dan Apo E. VLDL oleh enzim *lipoprotein lipase* dan *hepatic lipase* dihidrolisis menjadi asam lemak bebas. Kemudian VLDL diubah menjadi IDL yang hanya mengandung Apo B dan Apo E. Lipoprotein IDL oleh *Lipoprotein Lipase* dan *Hepatic Lipase* dihidrolisis menjadi LDL.

Lipoprotein LDL adalah produk akhir dari VLDL dan mengandung paling banyak kolesterol. LDL yang berada pada jaringan seperti testis, ovarium, adrenal yang memiliki reseptor kolesterol LDL dibawa ke hati oleh ApoB-100. LDL didegradasi di hepatosit untuk melepaskan kolesterol yang berguna untuk sintesis membran, biosintesis VLDL, atau prekursor biosintesis asam empedu. Selama dibawa dari jaringan ke hati, ada sebagian LDL yang mengalami oksidasi dan masuk ke subendotel, serta ditangkap oleh reseptor makrofag *scavenger-A* (SR-A) dan oleh makrofag difagositosis menjadi sel busa (*foam cell*). Semakin banyak jumlah LDL maka akan semakin banyak juga yang teroksidasi.



Gambar 2. 1 Jalur Endogen dan Eksogen Metabolisme Lipoprotein (Rader DJ dan Hobbs HH, 2008 dalam Jim 2013)

### 3. Jalur Reverse Cholesterol Transport

Kolesterol yang berada dalam sel perifer ditransfer dari membran ke hati dan usus melalui jalur *Reverse Cholesterol Transport* yang dibawa oleh HDL. Terdapat tiga mekanisme HDL membawa kolesterol menuju hati yaitu : 1) Melalui *cholesterol ester transfer protein* (CETP) 2) Ikatan HDL dengan reseptor *scavenger receptor class B1* (SR-B1) untuk memindahkan kolesterol dari HDL oleh hati. 3) Interaksi HDL dengan reseptor hepatosit yang berfungsi memindahkan HDL dari plasma (Jim, 2013).

## 2.4 Dislipidemia

### 2.3.1 Definisi

Dislipidemia merupakan kondisi dimana adanya kelainan pada metabolisme dari lipoprotein baik terjadi overproduksi maupun defisiensi (Basak, 2013). Keadaan ini ditandai dengan kadar profil lipid yang tidak normal yaitu terjadi peningkatan kolesterol total, trigliserida, LDL, serta penurunan HDL. Dislipidemia dikelompokkan menjadi dua berdasarkan penyebabnya, yaitu dislipidemia primer

dan dislipidemia sekunder. Dislipidemia primer terjadi karena adanya kelainan genetik, sedangkan dislipidemia sekunder adalah disebabkan karena adanya penyakit lain seperti nefrotik sindrom dan diabetes melitus (Perki, 2013).

Tabel 2. 2 Penanda Dislipidemia pada Manusia

	TG	Kolesterol	LDL	HDL
Nilai	>150 mg/dl	>200 mg/dl	>100 mg/dl	<50 mg/dl

(Stump, 2012)

Tabel 2. 3 Kadar Normal Profil Lipid pada Tikus

	Total kolesterol	LDL	HDL
Nilai	10-54 mg/dl	7-27,2 mg/dl	≥ 35 mg/dl

(Riesanti *et al.*, 2012)

### 2.3.2 Hubungan Dislipidemia dengan Aterosklerosis

#### 2.3.2.1 Aterosklerosis

Aterosklerosis berasal dari bahasa Yunani yaitu "Arterio" yang berarti arteri dan "sklerosis" yang berarti pengerasan. Jadi aterosklerosis merupakan pengerasan atau kehilangan elastisitas dari pembuluh darah arteri karena adanya plak. Aterosklerosis berbahaya, karena dapat menyebabkan plak ateroma, meskipun dikompensasi dengan pembesaran arteri. Namun pembesaran semakin lama bisa menyebabkan pecahnya pembuluh darah dan penyumbatan.

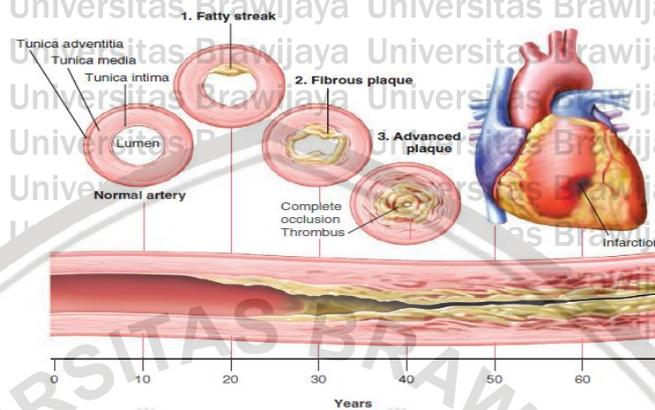
Penyumbatan menyebabkan terhentinya aliran darah ke jaringan dan organ dan menyebabkan kematian jaringan atau *infark*. Jika terjadi pada pembuluh koroner maka akan menyebabkan *infark miokard* atau serangan jantung, dan jika terjadi di pembuluh otak maka bisa menyebabkan stroke (Kakadiya, 2009).

#### 2.3.2.2 Mekanisme Aterosklerosis pada Penyakit Jantung Koroner

a. Terjadinya disfungsi endotel akibat cedera endotel kronik. Akibat terjadi disfungsi menyebabkan perubahan homeostasis sel endotel normal serta meningkatkan resiko trombotik.

b Terjadinya penumpukan atau akumulasi lipoprotein pada dinding sebelah dalam pembuluh darah terutama LDL yang memiliki kandungan kolesterol tinggi. Terjadinya ekspresi sel endotel lewat ICAM-1 (*inter-cellular adhesion molekul-1*) yang berikatan dengan berbagai leukosit menjadi penanda awal proses aterosgenesis. Monosit dan Limfosit T diikat oleh *Vascular cell adhesion molecule-1* (VCAM-1). Monosit yang menempel pada sel endotel akan bermigrasi masuk ke dalam tunika intima dan mengalami perubahan menjadi makrofag. Makrofag menghasilkan sitokin seperti interleukin-1 (IL-1) dan *Tumor Necrosis Factor* (TNF) yang menyebabkan peningkatan adhesi leukosit. LDL yang terperangkap dalam pembuluh darah mengalami oksidasi dan dicerna oleh makrofag melalui reseptor *scavenger* di permukaan sel dan membentuk peroksidase lemak yang memudahkan penimbunan ester kolesterol yang kemudian menghasilkan sel busa. Selanjutnya terjadi pembentukan *fatty streak*. Adhesi trombosit serta makrofag, pelepasan faktor *activated platelets*, atau sel pembuluh darah, menyebabkan terjadinya migrasi sel-sel otot polos dari tunika media ke tunika intima. Proliferasi sel otot dan komponen matriks ekstrasel, menyebabkan akumulasi kolagen dan proteoglikan yang menjadikan *fatty streak* berubah menjadi ateroma *fibrofatty* yang menyebabkan pertumbuhan lesi aterosklerotik semakin progresif. Dari *fibrofatty* kemudian berkembang menjadi *fibrous cap*. *Fibrous cap* yang terbentuk menutupi campuran lemak, leukosit, dan debris seluler menyebabkan pembentukan suatu pusat nekrotik. Jika semua tahapan

terjadi pada arteri koroner menyebabkan *infark miokard*. (Lintong, 2009; Mahan et al., 2012).



Gambar 2. 2 Progresifitas Aterosklerosis (Saunders, 2007 dalam Mahan et al., 2012)

### 2.3.3 Penanganan Dislipidemia dari Non Farmakologi

Pendekatan *Therapeutic Lifestyle Changes* (TLC) atau perubahan gaya hidup direkomendasikan oleh *Adult Treatment Panel III (ATP III)*. Pendekatan yang dilakukan meliputi :

1. Membatasi Asupan yang Dapat Meningkatkan LDL yaitu Lemak Jenuh dan Kolesterol

Pengurangan dilakukan karena lemak jenuh menjadi komponen penentu LDL serum. Jika terjadi peningkatan 1% kalori dari lemak jenuh maka akan berakibat pada peningkatan sebanyak 2% kadar LDL pada darah. Sedangkan penurunan asupan sebanyak 1% lemak jenuh maka akan menurunkan sebanyak 2 % kadar LDL. Disarankan asupan lemak jenuh adalah <7% dari kebutuhan energi.

Konsumsi diet tinggi kolesterol dapat menyebabkan peningkatan kadar LDL darah. Sumber makanan tinggi kolesterol adalah dari produk

hewani seperti daging, telur dan susu sapi. Disarankan asupan kolesterol sehari adalah <200 mg/hari.

2. Meningkatkan Asupan yang Dapat Menurunkan LDL (Sumber Sterol Tumbuhan, Serat Larut, *Protein Soya*)

Asupan dari sumber sterol sebanyak 2-3 gram perhari secara efektif dapat menurunkan LDL sebanyak 6-15%. Sumber dari sterol adalah kacang kedelai dan minyak pohon pinus.

Serat larut secara efektif dapat menurunkan kadar LDL sebesar 5% jika asupannya ditingkatkan 5-10 gram/hari. Rekomendasi asupan serat larut adalah 10-25 gram/hari.

*Protein soya* mengandung isoflavin, serat dan saponin yang efektif dapat menurunkan LDL darah sebesar 5% jika dikonsumsi 25 gram/hari yang bersamaan dengan diet rendah lemak dan kolesterol.

3. Penurunan Berat Badan

Penurunan berat badan dilakukan karena obesitas memiliki resiko tinggi untuk terjadinya dislipidemia, *Coronary Heart Disease*, hipertensi, diabetes melitus dan lainnya. Hal ini juga berkaitan dengan intervensi penurunan LDL. Sebelum diperkenalkan dengan diet penurunan berat badan, pasien menjalankan aturan makan untuk fokus pada penurunan LDL terlebih dahulu selama 12 minggu pertama. Target awal intervensi penurunan berat badan adalah penurunan berat sekitar 10% selama 6 bulan.

#### 4. Meningkatkan Aktivitas Fisik

Peningkatan aktivitas fisik bertujuan untuk menciptakan keseimbangan energi dari energi *input* dan *output*, menurunkan risiko sindrom metabolik dan *coronary heart disease*. Pelaksanaannya dapat dilakukan dalam kegiatan sehari-hari atau dikhususkan sebagai bagian dari latihan (*exercise*). Yang dapat dilakukan sehari-hari misalnya memilih berjalan atau bersepeda lebih sering dibandingkan menggunakan kendaraan bermotor, menyempatkan berjalan dengan cara memarkir kendaraan lebih jauh dari tempat yang akan dituju, lebih memilih naik atau turun tangga dibandingkan menggunakan *elevator* dan *eskalator*, berjalan pada pagi, siang dan setelah makan malam selama 10 menit. Yang dilakukan sebagai bagian dari latihan adalah *jogging* selama 15 menit, jalan dantai atau bersepeda selama 30 menit (Aurora *et al.*, 2012).

#### 2.5 Serat Pangan

Serat pangan dikenal juga dengan sebutan *dietary fiber* atau serat diet merupakan jumlah total bagian dari makanan terutama dari tumbuhan yang tidak bisa dihidrolisa oleh enzim pencernaan manusia sehingga tidak mudah diserap oleh saluran pencernaan. Contoh dari sumber serat adalah kacang-kacangan, sayur, buah, biji (Chawla, 2010). Serat dibagi menjadi dua berdasarkan kelarutannya yaitu serat larut dan serat tidak larut air.

Fungsi serat bagi kesehatan cukup banyak, misalnya mencegah kegemukan atau mengontrol berat badan, mencegah terjadinya penyakit diabetes, mencegah gangguan gastrointestinal, mencegah kanker kolon (usus besar), menurunkan jumlah kolesterol dan kejadian kardiovaskular (Santoso, 2011).

## 2.4.1 Jenis

### 1. Serat Larut

Serat larut adalah serat yang dapat larut dalam air, baik air dingin maupun panas atau hangat dan dapat diendapkan dalam larutan etanol. Ada banyak contoh dan fungsinya seperti dijelaskan tabel :

Tabel 2. 4 Contoh Serat Larut

Serat larut	Fungsi bagi tubuh
<i>Xanthan gum</i>	Menambah viskositas, fermentasi asam lemak rantai pendek di GIT
<i>Carrageenan</i>	Menambah viskositas, memperlambat pengosongan lambung serta mempersingkat waktu transit makanan di usus halus. Fermentasi asam lemak rantai pendek pada usus besar
<i>Agar</i>	Menambah viskositas, fermentasi asam lemak rantai pendek di GIT
<i>Gellan gum</i>	Menambah viskositas, fermentasi asam lemak rantai pendek di usus
<i>Guar gum</i>	Difermentasi oleh mikrobiota usus besar, menurunkan lipid, menurunkan glukosa plasma
<i>Gum karaya</i>	Menambah viskositas, difermentasi di usus
<i>Gum tragacanth</i>	Menambah viskositas, difermentasi di usus
<i>Gum arabic</i>	Difermentasi di usus, prebiotic
<i>Alginate</i>	Menambah viskositas, difermentasi di usus
<i>Curdian</i>	Meningkatkan kapasitas mengikat air
<i>Pectin</i>	Menurunkan pengosongan lambung, dan mempersingkat waktu transit makanan, difermentasi di usus halus, tidak ada efek pada berat feses, menurunkan serum kolesterol
<i>Chitosan</i>	Meningkatkan pengeluaran steroid melalui feses, penyerapan intestinal dari kolesterol
<i>B-glucan</i>	Difermentasi di usus besar, produksi butyrate kuat, menurunkan lipid darah
<i>Polydextrose</i>	Difermentasi untuk memproduksi microbakteria, asam lemak rantai pendek
<i>Xyloglucan</i>	Difermentasi di usus besar, meningkatkan viskositas di usus kecil
<i>Psyllium seed husk</i>	Menurunkan kolesterol

(Sharma and others, 2006 dalam Chawla, 2010)

## 2. Serat Tidak Larut

Serat tidak larut merupakan serat yang tidak bisa larut dalam air dingin maupun panas. Contoh serat ini adalah selulosa pada umbi-umbian dan sayuran berdaun serta bagian kulit dari biji-bijian, lignin yang terkandung dalam batang dan kulit sayuran. Serat tidak larut tidak dapat difermentasi oleh bakteri kolon. Walaupun tidak bisa dicerna oleh bakteri pencernaan, tetapi usus besar dapat merombak serat. Jenis serat ini memiliki beberapa fungsi fisiologis bagi feces yaitu peningkatan volume feces (*fecal bulking*), pelunakan feces (*fecal softening*), dan keteraturan frekuensi waktu buang air besar (Dwiyitno, 2011).

### 2.4.2 Contoh Makanan Sumber Serat

Tabel 2. 5 Contoh Makanan Sumber Serat

Sumber	Serat larut (g)	Total serat
Gandum, sereal (1 cangkir sudah dimasak)		
<i>Barley</i>	1	4
<i>Oatmeal</i>	1	2
<i>Oatbran</i>	1	3
Buah (1 ukuran sedang)		
Apel	1	4
Pisang	1	3
<i>Blackberries</i> (1/2 cangkir)	1	4
Buah asam (jeruk dan anggur)	2	2-3
Buah persik	1	2
Buah pir	2	4
<i>Plum</i>	1	1,5
<i>Prunes</i> (1/4 cangkir)	1,5	3
Kacang-kacangan ( <i>legumes</i> ) (1/2 cangkir sudah dimasak)		
Kacang hitam	2	5,5
Kacang merah	3	6
Kacang koro	3,5	6,5
Kacang navy	2	6
Lentil (kuning, hijau, merah)	1	8
Buncis	1	6
Kacang polong hitam	1	5,5
Sayuran (1/2 cangkir sudah dimasak)		
Brokoli	1	1,5
Wortel	1	2,5

(National Institutes of Health, National Heart, Lung, and Blood Institute, 2002)

### 2.4.3 Mekanisme Serat Terhadap Penurunan Lemak

Di dalam lambung, serat tertahan lebih lama sehingga waktu untuk pengosongan lambung lebih lambat. Perlambatan pengosongan ini menyebabkan rasa kenyang yang lebih lama, sehingga akan menurunkan nafsu makan yang berpotensi dapat meningkatkan asupan lemak pada tubuh.

Selama pembentukan intraluminal misel, serat mengikat asam empedu atau kolesterol. Penurunan kadar kolesterol yang dihasilkan sel hati membuat perubahan pada reseptor LDL sehingga meningkatkan pembersihan kolesterol LDL dalam darah (Brown *et al.*, 1999)

## 2.6 Buah Mangga

### 2.5.1 Tanaman Mangga

Mangga merupakan tanaman buah yang berasal dari India yang telah menyebar ke seluruh wilayah Asia Tenggara sejak sekitar tahun 1500an.

Awalnya nama buah ini adalah *man-kay* atau *mangas* dari bahasa Tamil, India.

Buah ini memiliki sebutan *Mangifera Indica* L. dalam bahasa botani yang mempunyai arti "buah yang berasal dari India". Untuk di Indonesia sendiri, buah ini memiliki banyak nama di berbagai daerah, contohnya seperti di Jawa Timur "pelem", Nias "maga", Mentawai "pegun", Makassar "pao", Banjarmasin dan Dayak "ampelam", Papua "manilya, pager, piberakari". Mangga yang biasanya sering dikonsumsi adalah mangga manalagi, mangga arumanis, mangga golek, mangga madu, mangga lalijiwo, mangga keweni, mangga endog (Pracaya, 2011).

Tumbuhan mangga memiliki Taksonomi (tatanama sistematis) yang diklasifikasikan menjadi sebagai berikut :

Kingdom	:	Plantae
Divisi	:	Spermatophyta (tumbuhan berbiji)
Sub divisi	:	Angiospermae (berbiji tertutup)
Kelas	:	Dicotyledoneae (biji berkeping dua)
Ordo	:	Sapindales
Famili (keluarga)	:	Anacardiaceae
Genus	:	Mangifera
Species (jenis)	:	<i>Mangifera indica</i> L. (Pracaya,2011)

### 2.5.2 Mangga Manalagi

Mangga Manalagi merupakan mangga yang cukup manis, segar, dan beraroma harum. Bahwa saat belum benar-benar matangpun, sudah memiliki rasa yang manis. Memiliki tinggi pohon hanya sekitar 8 meter dengan mahkota pohon bulat dan memiliki diameter sekitar 12m. Panjang daunnya 25 cm dan lebar 7,5 cm dengan bentuk yang lonjong, memiliki ujung yang runcing, serta memiliki pangkal yang lebih lebar dan berakhir kurang meruncing. Bunga memiliki bentuk kerucut dan berwarna kuning serta tangkai hijau muda sedikit kemerahan. Musim berbunga untuk buah mangga adalah sekitar bulan Juli - Agustus dan memiliki musim panen sekitar bulan September-November. Pada saat buah sudah matang, pangkal buahnya akan menguning sedangkan ujungnya tetap hijau. Memiliki kulit serta daging buah yang tebal. Buah mangga manalagi yang matang memiliki warna hijau tua kelabu yang berbintik-bintik dengan lapisan lilin yang tebal. Kulit berbintik-bintik merupakan kelenjar keputihan yang setelah buah masak warnanya berubah menjadi cokelat. Memiliki daging buah berwarna kuning yang tebal, teksturnya lunak dan seratnya halus, serta tidak begitu banyak mengandung air. Bobot untuk satu buah mangga bisa mencapai 500 g dengan panjang mencapai

16 cm. Mangga manalagi disebut sebagai jenis yang sudah dilepas sebagai varietas unggul nasional (Pracaya, 2011).

### 2.5.3 Manfaat Mangga

Khasiat buah sangat banyak, yaitu untuk :

- 1 Sumber energi
- 2 Menstimulasi metabolisme di dalam GIT
- 3 Meningkatkan nafsu makan dan memenuhi zat gizi yang dibutuhkan tubuh
- 4 Sumber antioksidan, sehingga dapat melindungi sel tubuh dari paparan radikal bebas yang menyebabkan penyakit
- 5 Mempunyai kontribusi pada fisiologis usus
- 6 Memperlambat rasa lapar sehingga dapat mengendalikan berat badan
- 7 Meningkatkan pergerakan usus sehingga mempersingkat waktu transit makanan yang mengakibatkan kesehatan saluran pencernaan meningkat
- 8 Menurunkan resiko penyakit degeneratif seperti penyakit jantung dan serangan stroke
- 9 Menurunkan kadar kolesterol dan lemak dan asam empedu dengan mengikatnya serta dikeluarkan melalui feses
- 10 Memperlancar Buang Air Besar
- 11 Menurunkan resiko penyakit seperti wasir, kanker usus besar, divertikulosis (Hakimah, 2010).

Kulit mangga dibuat tepung untuk dijadikan campuran tambahan pembuatan kue. Tujuan dari penambahan tepung kulit mangga pada kue adalah untuk meningkatkan nilai fungsional dan sifat neutrals produk makanan. Terbukti dengan penambahan tepung kulit mangga, kue mengalami peningkatan nilai karoten, polifenol dan serat (Ajila, 2008).

## 2.5.4 Kandungan Zat Gizi Mangga

Tabel 2. 6 Kandungan Buah Mangga

Kandungan zat	Nilai rata-rata buah mangga	
	Mentah	Matang
Air (%)	90,00	86,10
Protein (%)	0,70	0,60
Lemak (%)	0,10	0,10
Gula total (%)	8,80	11,80
Serat (%)	-	1,10
Mineral	0,40	0,30
Kapur (%)	0,03	0,01
Fosfor (%)	0,02	0,02
Besi (mg/gram)	4,50	0,30
Vitamin A (mg/100g)	150 IU	4800 IU
Vitamin B1 (mg/100g)	-	0,04
Vitamin B2 (mg/100g)	0,03	0,05
Vitamin C (mg/100g)	3,00	13,00
Asam nicotinat (mg/100g)	-	0,30
Kalori per 100 g	39	50-60

(Le Manguier dalam Pracaya 2011)

Tabel 2. 7 Perbandingan Kandungan Zat Gizi Beberapa Jenis Buah Mangga

No	Nama	Energi (kkal)	Protein (g)	Lemak (g)	KH (g)	Serat (g)
1	Mangga Benggala	63	2,4	0,4	12,4	5,8
2	Mangga Kweni	86	0,7	0,1	19,8	6,5
3	Mangga Manalagi	133	1	0,4	32,1	11,8

(Persagi, 2009)

Tabel 2. 8 Kandungan Tepung Kulit Mangga per 100 g

Komponen	Kandungan
Kelembaban (%)	10,5 ± 0,5
Lemak (%)	2,2 ± 0,06
Abu (%)	3,0 ± 0,18
Total protein (%)	3,6 ± 0,6
Total Karbohidrat (%)	80,7 ± 1,2
Total serat pangan (%)	51,2 ± 1,08
Serat larut air (%)	19,0 ± 0,26
Serat tidak larut air (%)	32,1 ± 1,34
Total polifenol (mg GAE/g MPP)	96,2 ± 1,4
Total carotenoids (µg/g tepung kulit mangga)	3092 ± 98

(Ajila, 2008)

Total serat pada tepung kulit mangga adalah sebesar 51,2% , dengan pembagian serat larut sebesar 19% dan serat tidak larut sebesar 32,1 %. Dengan demikian total serat larut pada tepung kulit buah mangga lebih dari 35% serat total. Dilaporkan bahwa jika total serat larut dan serat tidak larut berturut–turut sebesar 30-50% dan 50-70% dari serat total maka dianggap seimbang untuk manfaat kesehatan maksimal (Ajila, 2008).

## 2.7 Hubungan Kulit Mangga dengan Penurunan LDL

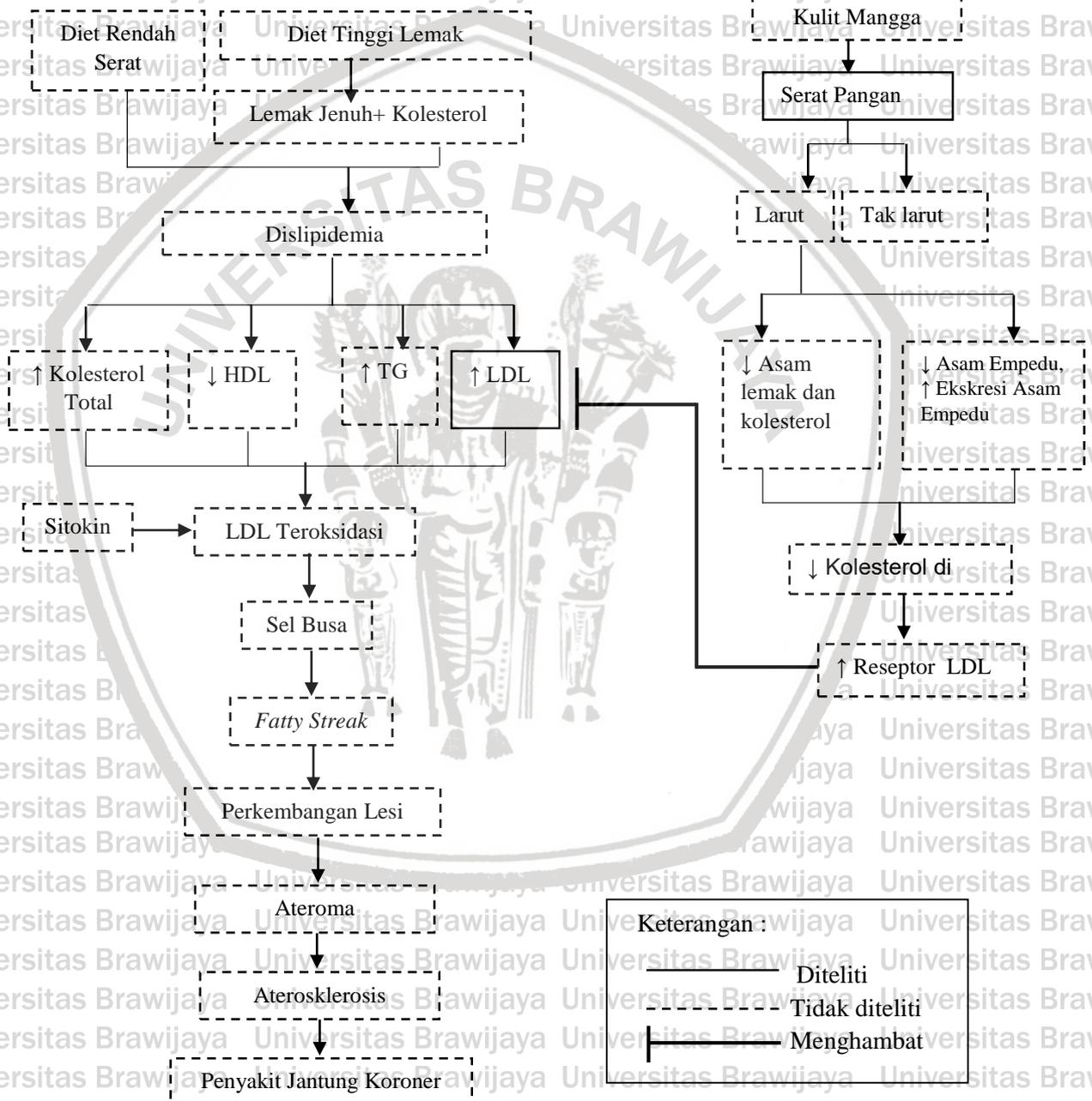
Kandungan serat pada kulit mangga dapat menurunkan kadar kolesterol dan LDL darah. Sifat fisikokimia dari serat terutama serat larut dapat menghasilkan modifikasi penting pada volume, jumlah dan viskositas dari lumen usus yang dapat mengubah jalur metabolisme kolesterol dan lipoprotein. Fungsi serat adalah dapat mengikat asam empedu sehingga peningkatan asupan kulit mangga yang mengandung serat dapat mengakibatkan peningkatan sekresi asam empedu yang berefek pada peningkatan metabolisme lemak sehingga kelebihan lemak dapat dikeluarkan melalui usus besar yang berbentuk feses. Lemak yang dibuang dapat menurunkan kadar kolesterol darah yang juga akan berefek pada penurunan pembentukan LDL (Riesanti *et al.*, 2012)

Serat terikat dengan asam empedu atau kolesterol selama pembentukan misel (*gel*) yang menghasilkan penurunan kandungan kolesterol sel hati. Hal ini menyebabkan peningkatan reseptor LDL dan meningkatkan pembersihan LDL dalam darah. Selain itu, pembentukan *gel* juga memperlambat pengosongan lambung, mempertahankan rasa kenyang dan menurunkan berat badan (Narayan *et al.*, 2014).

### BAB 3

## KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESA PENELITIAN

### 3.1 Kerangka Konsep



Gambar 3.1 Kerangka Konsep

Konsumsi diet tinggi lemak terutama lemak jenuh dan kolesterol dalam jangka waktu lama akan mengakibatkan terjadinya penumpukan kolesterol di dalam darah.

Bahan diet tinggi lemak seperti asam kolat, lemak babi dan kolesterol menyebabkan induksi peningkatan asam lemak dan trigliserida dalam tubuh (Heriansyah, 2013).

Peningkatan trigliserida yang didapatkan dari asupan makanan menyebabkan penumpukan kolesterol, yang selanjutnya menyebabkan peningkatan LDL dan penurunan HDL (Jim, 2013). Kondisi tersebut dinamakan dislipidemia. Kadar LDL yang tinggi menumpuk pada pembuluh darah. LDL yang terperangkap dalam pembuluh darah menjadi teroksidasi dan mengeluarkan radikal bebas menyebabkan sel endotel pembuluh darah terjadi reaksi inflamasi dan menghasilkan sitokin seperti IL-1 dan TNF. Munculnya sitokin menyebabkan adanya lekosit menghasilkan makrofag, menyebabkan LDL ditangkap melalui reseptor *scavenger* yang menjadi sel busa. Semakin lama sel busa berubah menjadi *fatty streak* yang akhirnya menjadi plak aterosklerosis. Terjadinya aterosklerosis ini menjadi penyebab utama penyakit jantung koroner (Lintong, 2009; Mahan *et al.*, 2012).

Selain diet tinggi lemak, diet rendah serat juga menjadi memicu timbulnya dislipidemia. Fungsi serat untuk mengikat asam empedu yang dihasilkan oleh kolesterol menyebabkan kadar kolesterol dalam darah menjadi turun dan menurunkan juga LDL serta signifikan meningkatkan HDL. Namun jika konsumsinya rendah maka tidak ada yang mengikat kolesterol sehingga banyak yang beredar di dalam darah (Dwiyitno, 2011).

Sementara itu pada beberapa penelitian, kulit mangga memiliki kandungan serat pangan yang cukup tinggi. Menurut Ajila (2008), kulit mangga yang dijadikan tepung,

kandungan serat pangan total per 100 gramnya mencapai 51, 2 g. Untuk serat larut mengandung 19 g dan serat tidak larut 32,1 g. Serat larut pada tepung kulit mangga berfungsi untuk menyerap asam empedu dan mengeluarkannya melalui feses (Riesanti *et al.*, 2012). Pengaruh serat adalah dapat mengganggu penyerapan lemak dengan mengikat kolesterol, asam lemak dan garam empedu di dalam usus yang kemudian diekskresikan melalui feses. (1) Asam lemak dan kolesterol yang terikat dengan serat, tidak dapat membentuk *micelle*, menyebabkan lemak tidak dapat diserap dan menuju ke usus besar untuk diekskresikan melalui feses. Menurunnya penyerapan lemak melalui usus ini, mengakibatkan menurunnya jumlah kolesterol menuju hati melalui kilomikron remnan menyebabkan VLDL yang akan terbentuk menjadi sedikit. Menurunnya VLDL ini menyebabkan juga penurunan IDL, sehingga LDL yang terbentuk juga sedikit. (2) Serat mengganggu proses enterohepatik dengan mengikat asam empedu dan meningkatkan ekskresinya melalui feses. Peningkatan ekskresi menyebabkan jumlah garam empedu menurun, sehingga menstimulasi hati untuk membentuk garam empedu lebih banyak dari kolesterol, mengakibatkan menurunnya konsentrasi kolesterol di hati. (3) Menurunnya jumlah kolesterol di hati menyebabkan meningkatnya jumlah reseptor LDL, sehingga meningkatkan pembersihan LDL di darah (Rideout *et al*, 2008; Kusumastusy, 2014)

**3.2 Hipotesa Penelitian**

H<sub>1</sub> : Pemberian seduhan tepung kulit mangga manalagi (*Mangifera Indica L.*) menunjukkan perbedaan kadar LDL (*Low Density Lipoprotein*) yang signifikan terhadap serum tikus putih (*Ratus Norvegicus Strain Wistar*) jantan yang diberi diet tinggi lemak.

## BAB 4

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 4.1 Rancangan Penelitian

Jenis penelitian adalah *true eksperimental* dengan rancangan *post test only control group design*. Rancangan penelitian dibagi menjadi 5 (lima) kelompok, yaitu :

K (-) : Kelompok kontrol yang tidak diberi perlakuan diet tinggi lemak hanya diberi pakan normal secara *ad libitum* dan aquades secara sonde selama 42 hari

K (+) : Kelompok yang diberi perlakuan diet tinggi lemak secara *ad libitum* dan aquades secara sonde selama 42 hari

P1 : Kelompok yang diberi perlakuan diet tinggi lemak secara *ad libitum* dan intervensi seduhan tepung kulit mangga manalagi sebanyak 0,4 g secara sonde selama 42 hari

P2 : Kelompok yang diberi perlakuan diet tinggi lemak secara *ad libitum* dan intervensi seduhan tepung kulit mangga manalagi sebanyak 0,8 g secara sonde selama 42 hari

P3 : Kelompok yang diberi perlakuan diet tinggi lemak secara *ad libitum* dan intervensi seduhan tepung kulit mangga manalagi sebanyak 1,6 g secara sonde selama 42 hari

## 4.2 Subjek Penelitian

### 4.2.1 Populasi

Populasi yang diteliti adalah kelompok tikus putih (*Ratus Norvegicus Strain Wistar*) jantan.

### 4.2.2 Kriteria Subjek

1. Kriteria inklusi adalah :

- a. Tikus putih (*Ratus Norvegicus Strain Wistar*) jantan
- b. Warna bulu putih bersih
- c. Gerakan aktif
- d. Mata jernih
- e. Usia 3-4 bulan
- f. Berat tikus 120-200 gram
- g. Tidak ada cacat fisik

2. Kriteria drop out adalah :

- a. Tikus mati selama penelitian

### 4.2.3 Jumlah Sampel

Penentuan jumlah sampel menggunakan rumus Federer (1991):

$$\text{Rumus Federer : } (n-1) \times (t-1) > 15$$

n : jumlah replikasi      t : jumlah perlakuan

Jadi banyaknya sampel yang diperlukan :

$$(n-1) \times (t-1) > 15 \quad ; \quad t = 5$$

$$\Leftrightarrow (n-1) \times (5-1) > 15$$

$$\Leftrightarrow 4n-4 > 15$$

$$\leq 4n > 19$$

$$\leq n > 4,75 ; \text{dibulatkan } n=5$$

Untuk penelitian ini jumlah sampel yang dibutuhkan adalah sebanyak 5 (lima) ekor tikus, dengan jumlah cadangan tikus sebesar 10% dari total sampel, yaitu 0,5 dibulatkan menjadi 1 (satu) ekor sehingga total menjadi 6 ekor untuk setiap kelompok.

Jadi total sampel untuk 5 kelompok perlakuan adalah 30 ekor.

#### 4.2.4 Teknik Randomisasi

Pengambilan sampel penelitian dilakukan dengan menggunakan *simple random sampling* sehingga setiap tikus memiliki peluang yang sama untuk semua kelompok.

Karena adanya sifat homogen pada hewan coba, tempat percobaan, dan bahan penelitian, maka pengelompokan dan pemberian perlakuan pada pada subjek penelitian adalah dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL).

#### 4.3 Variabel Penelitian

- 1 Variabel bebas : pemberian seduhan tepung kulit mangga manalagi berbagai dosis.
- 2 Variabel Terikat : kadar LDL tikus putih (Ratus Norvegicus Strain Wistar) jantan

#### 4.4 Lokasi dan Waktu Penelitian

##### 4.4.1 Lokasi Penelitian

Dengan rincian sebagai berikut lokasi penelitian adalah sebagai berikut:

- 1 Laboratorium Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya untuk pemeliharaan dan pembedahan hewan coba yang dilakukan oleh petugas laboratorium

2. Laboratorium Patologi Klinik Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya

untuk pengujian kadar LDL yang dilakukan oleh petugas laboratorium

3. Laboratorium Diet Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya untuk

pembuatan tepung kulit mangga manalagi yang dilakukan oleh peneliti

4. Pusat Penelitian Pangan dan Gizi, Universitas Katolik Widya Mandala

Surabaya untuk pengujian kadar serat pangan pada tepung dan seduhan

tepung kulit mangga manalagi

**4.4.2 Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan bulan Juli 2017 sampai Januari 2018. Proses pembuatan

tepung pada bulan Juli sampai Agustus 2017. Perlakuan pada tikus dilakukan selama

7 minggu yaitu 1 minggu adaptasi dan 6 minggu pemberian intervensi pada November

2017 sampai Januari 2018

**4.5 Alat dan Bahan**

**4.5.1 Pembuatan Tepung Kulit Mangga Manalagi :**

Alat : Oven, blender, ayakan tepung, nampan, pisau, baskom

Bahan : Kulit mangga manalagi, air

**4.5.2 Pengujian Kadar Serat Larut dan Serat Tidak Larut**

Alat : gelas piala, tutup alufo, crucible, spatula, inkubator, desikator

Bahan : tepung kulit mangga, buffer fosfat pH 6.0, 0,1 ml *termamyl*, aquades,

NaOH 0.275 N, protease, Enzim amiloglukosidase, HCl 0.325 M, ethanol 95%

### 4.5.3 Pemeliharaan tikus

Alat : kandang tikus, timbangan hewan digital, tutup kandang dari anyaman kawat, sekam, botol minum

Bahan : pakan tikus, air, tikus putih

### 4.5.4 Pakan Tikus

#### 1 Diet tinggi lemak

Pemberian diet tinggi lemak sebanyak 40 gram sehari dengan PARS, Terigu, kuning telur bebek, lemak kambing, minyak kelapa, minyak babi, asam kolat, dengan presentase seperti tabel :

Tabel 4. 1 Komposisi Diet Tinggi Lemak

Bahan	Jumlah	Presentase (%)
PARS	20 g	50
Terigu	10 g	25
Kuning telur bebek	2 g	5
Lemak kambing	4 g	10
Minyak kelapa	0,4 g	1
Minyak babi	3,55 g	8,9
Asam kolat	0,05 g	0,1
Total	40 g	100

(Laboratorium Farmakologi FKUB, 2013)

#### 2 Diet normal

Pemberian diet normal sebesar 40 g per hari, dengan komposisi PARS, terigu, dan air, dengan presentase seperti pada tabel :

Tabel 4. 2 Komposisi Diet Normal

Bahan	Jumlah	Presentase (%)
PARS	21,2 g	53
Terigu	9,4 g	23,5
Air	9,4 ml	23
Total	40 g	100

(Laboratorium Farmakologi FKUB, 2013)

### 4.5.5 Pemberian Seduhan Tepung Kulit Mangga Manalagi

Alat : Sonde

Bahan : Seduhan tepung kulit

### 4.5.6 Pengujian Kadar LDL

Alat : Spektrofotometer tabung kaca, penjepit (*block holder*), tabung eppendorf, sentrifus,

Bahan : Serum darah tikus, kloroform

## 4.6 Definisi Operasional

Tabel 4. 3 Definisi Operasional

Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala
Variabel bebas				
Seduhan tepung kulit mangga	Hasil pembuatan dari kulit mangga dengan cara dikeringkan kemudian dihancurkan menjadi berbentuk bubuk. Setelah itu ditambahkan air hangat sebanyak 4 mL.	Timbangan	Dosis pemberian seduhan tepung kulit mangga manalagi untuk 3 kelompok : 1. 0,4 g/hari 2. 0,8 g/hari 3. 1,6 g/hari	Rasio
Variabel terikat				
Kadar LDL serum	Besarnya kadar LDL yang terkandung dalam darah tikus dengan satuan mg/dL yang diperoleh dari pengujian serum darah yang diambil dari jantung	Uji labora- torium	Kadar LDL tikus	Rasio

### 4.7 Prosedur Penelitian

#### 4.7.1 Perhitungan Dosis Tepung Kulit Mangga Manalagi

Berdasarkan jurnal Narayan *et al.*, (2014), kebutuhan serat untuk dapat menurunkan LDL pada manusia adalah sebesar 29-34 g. Untuk perhitungan dosis diputuskan menggunakan serat sebesar 30 g. Berdasarkan Laurench (1964) konversi manusia ke tikus adalah 0,018. Sehingga perhitungan perkiraan serat yang dibutuhkan pada tikus untuk menurunkan kadar LDL adalah :

$$30 \text{ gr} \times 0,018 = 0,54 \text{ gr}$$

Dari perhitungan tersebut, didapatkan bahwa kandungan serat sebesar 0,54 g dapat berefek pada penurunan kadar LDL pada tikus.

Berdasarkan uji pendahuluan yang dilakukan di Pusat Penelitian Pangan dan Gizi, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, terkandung sebesar 72,2 gram serat pangan dalam 100 gram tepung kulit mangga. Perhitungan jumlah tepung kulit mangga untuk menyesuaikan dengan kebutuhan asupan serat pangan dari tepung kulit mangga pada tikus yang bertujuan menurunkan kadar LDL adalah :

$$\frac{100}{x} = \frac{72,2}{0,54}$$

$$x = 0,75$$

Untuk perlakuan digunakan pola ½ n, n, dan 2n. Hasil perhitungan dosis x dibuat untuk pola n. Sehingga didapatkan dosis :

½ n untuk kelompok P1 : diberi intervensi seduhan tepung kulit mangga manalagi sebanyak 0,4 g

n untuk kelompok P2 : diberi intervensi seduhan tepung kulit mangga manalagi sebanyak 0,8 g

2n untuk kelompok P3 : diberi intervensi seduhan tepung kulit mangga manalagi sebanyak 1,6 g

**4.7.2 Pembuatan Seduhan Tepung Kulit Mangga Manalagi**

Pembuatan tepung kulit mangga manalagi dilakukan oleh peneliti, langkah-langkahnya adalah : (Modifikasi dari I.S. Ashoush and M.G.E. Gadallah, 2011 dan Syahruruddin, 2015)

1. Mangga manalagi yang telah dikupas, kulitnya dikumpulkan dan dicuci bersih menggunakan air mengalir
2. Kulit manga manalagi diletakkan disebuah nampan dan diajar rapi
3. Kemudian kulit mangga manalagi dikeringkan dengan suhu 100°C menggunakan oven selama kurang 3 jam
4. Kulit mangga manalagi yang telah kering kemudian dihancurkan menggunakan blender hingga menjadi bubuk, kemudian diayak pada ayakan tepung untuk memisahkan kotorannya
5. Tepung kulit mangga manalagi kemudian diambil sebanyak 100 g untuk diuji kadar serat pangannya terlebih dahulu untuk penentuan besar dosis
6. Tepung kulit mangga diambil sesuai dosis yang akan digunakan yaitu 1/2n sebesar 0,4 g; n sebesar 0,8 g; 2n sebesar 1,6 g.
7. Kemudian setiap dosis tepung kulit mangga ditambahkan air hangat sebanyak 4 ml, kemudian diaduk sampai larut atau homogen. Pemberian seduhan tepung kulit mangga manalagi sebanyak dua kali sehari (pagi dan sore) dengan setiap pemberian berjumlah setengah dosis
8. Tepung kulit mangga diuji kadar serat pangannya

### 4.7.3 Pengujian Kadar Serat Pangan

Pengujian kadar serat pangan dilakukan oleh petugas laboratorium. Metode pengujian serat adalah menggunakan metode enzimatik, langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

- 1 Menimbang sampel sebanyak 1 gram
- 2 Menambahkan 25 mL buffer fosfat pH 6,0
- 3 Menambahkan 100 mg enzim amilase
- 4 Memanaskan dalam waterbath pada suhu 100°C selama 1 jam
- 5 Menambahkan 20 mL akuades, kemudian tepatkan nilai pH mencapai pH 1,5 dengan menambahkan HCl
- 6 Menambahkan 100 mg pepsin, letakkan dalam waterbath shaker pada suhu 40°C selama 60 menit
- 7 Menambahkan 20 mL akuades, kemudian tepatkan nilai pH mencapai pH 6,8 dengan menambahkan NaOH
- 8 Menambahkan 100 mg pankreatin, letakkan dalam waterbath shaker pada suhu 40°C selama 60 menit
- 9 Melakukan penyaringan dengan menggunakan kertas saring whattman no. 40
- 10 Mengeringkan kertas saring pada suhu 105°C hingga diperoleh berat konstan, didinginkan dan ditimbang
- 11 Kertas saring yang telah ditimbang diletakkan dalam muffle furnace suhu 550°C selama minimal 5 jam, didinginkan dan ditimbang

#### 4.7.4 Pengujian Kadar Serat Larut

Pengujian kadar serat pangan dilakukan oleh petugas laboratorium. Metode pengujian serat adalah menggunakan metode enzimatik, langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

1. Menambahkan ±250 mL etanol 95% yang dipanaskan pada suhu 60°C
2. Inkubasi pada suhu kamar selama 60 menit agar terbentuk endapan
3. Menyaring endapan menggunakan kertas saring whattman no. 40
4. Mengeringkan kertas saring pada suhu 105°C hingga diperoleh berat konstan, didinginkan dan ditimbang
5. Kertas saring yang telah ditimbang diletakkan dalam muffle furnace suhu 550°C selama minimal 5 jam, didinginkan dan ditimbang

#### 4.7.5 Pemberian Perlakuan

1. Memilih tikus yang sesuai dengan kriteria inklusi
2. Tikus diadaptasi terlebih dahulu selama 7 hari dan diberi pakan diet normal serta dikandangkan pada kandang yang berbeda untuk setiap tikus. Tikus ditimbang beratnya pada sebelum dan sesudah adaptasi.
3. Tikus dibagi dengan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) menjadi 5 kelompok dengan perlakuan berbeda, yaitu :

Tabel 4. 4 Pemberian Pakan pada Setiap Kelompok

Kelompok	Diet pakan normal ( <i>ad libitum</i> )	Diet tinggi lemak ( <i>ad libitum</i> )	Seduhan tepung mangga ( <i>ad sonde</i> )	Aquades kulit (sonde)
K (-)	✓	-	-	✓
K (+)	-	✓	-	✓
P1	-	✓	✓	-
P2	-	✓	✓	-
P3	-	✓	✓	-

4 Tikus pada kelompok K(-) selama 42 hari hanya diberi pakan normal secara *ad libitum* dan aquades melalui sonde tanpa intervensi seduhan tepung kulit mangga yang digunakan sebagai tolak ukur tikus yang sehat.

Sisa pakan diet normal ditimbang sisanya setiap hari.

5 Tikus pada kelompok K(+) selama 42 hari diberikan diet tinggi lemak secara *ad libitum* dan aquades melalui sonde tanpa intervensi seduhan tepung kulit mangga sebagai tolak ukur tikus yang sakit sudah terkena dislipidemia. Sisa pakan diet tinggi lemak ditimbang sisanya setiap hari.

6 Sedangkan untuk kelompok P1, P2, dan P3 diberikan diet tinggi lemak secara *ad libitum* dan intervensi berupa tepung kulit mangga yang diseduh per harinya dengan dosis 0,4 g; 0,8 g dan 1,6 g yang diberikan melalui sonde sebanyak 2 kali yaitu pagi dan sore selama 42 hari. Volume untuk pemberian setiap kali sonde pada tikus adalah setengah dosis tepung ditambah air sebanyak 4 mL. Tujuan adanya kelompok ini adalah untuk menghasilkan tikus yang mengalami perubahan kadar lipid namun diberikan intervensi seduhan tepung kulit mangga dengan dibandingkan dengan kelompok K(-). Sisa pakan diet tinggi lemak ditimbang sisanya setiap hari.

7 Untuk setiap kelompok tikus, setiap 7 hari tikus ditimbang berat badannya

8 Pada hari ke 43, tikus dipuasakan selama 10 jam kemudian dibius menggunakan kloroform dan dibedah untuk diambil serum darahnya.

9 Dilakukan pengujian kadar LDL tikus

#### 4.7.6 Pengujian Kadar LDL

Pengambilan serum dan pengujian kadar LDL dilakukan oleh petugas laboratorium. Dimulai dengan melakukan pembedahan pada tikus untuk mengambil serum.

##### 1) Pengambilan darah Serum

- Pertama dilakukan anastesi pada tikus dengan memasukkan subjek ke dalam tabung kaca yang telah diisi kapas dengan dibasahi eter sebanyak 5 ml, tikus dibiarkan lemas kemudian dilakukan pembedahan (Jusuf, 2009).

- Tikus diletakkan pada penjepit (*block holder*), serta darah diambil dari jantung. Darah diambil kurang lebih 3 ml dan dimasukkan dalam tabung eppendorf. Kemudian tabung didiamkan selama kurang lebih tiga jam dalam posisi miring, agar banyak serum yang terbentuk. Setelah itu darah di sentrifus dengan kecepatan 3000 rpm dengan waktu 15 menit. Serum diambil dan disimpan dalam pendingin (Riesanti *et al.*, 2012).

##### 2) Perhitungan LDL

Menggunakan prinsip *Homogeneous Enzymatic Colorimetric Assay*.

Menggunakan dua reagen, yaitu :

Reagen 1 :MOPS (3-morpholinopropane sulfonic acid) buffer: 20.1 mmol/L, pH

6.5; HSDA: 0.96 mmol/L; ascorbate oxidase (Eupenicillium spec., recombinant):  $\geq 50$   $\mu$ kat/L; peroxidase (horseradish):  $\geq 167$   $\mu$ kat/L; preservative

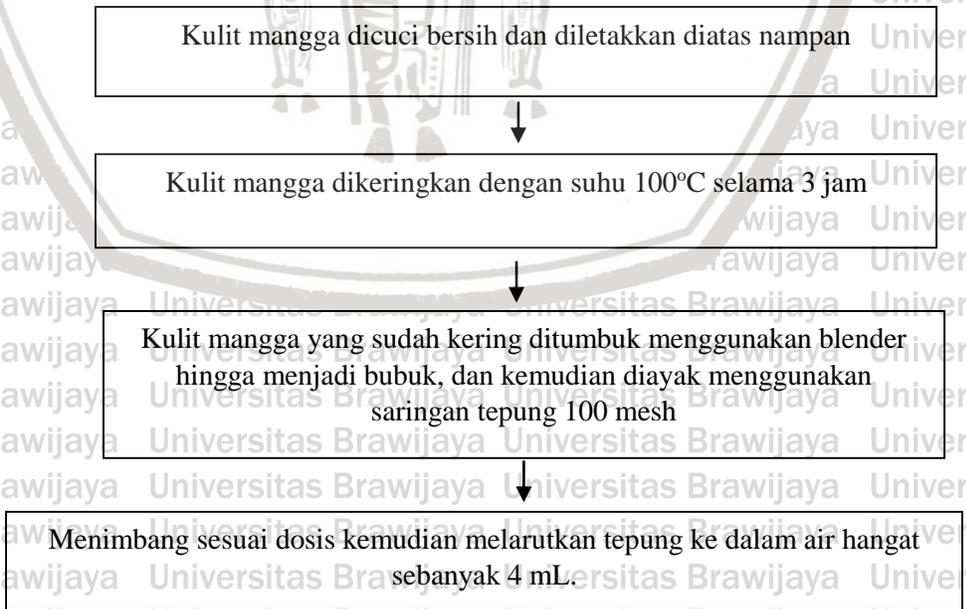
Reagen 2 : MOPS (3-morpholinopropane sulfonic acid) buffer: 20.1 mmol/L, pH 6.8; MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O: 8.11 mmol/L; 4-aminoantipyrine: 2.46 mmol/L; kolesterol esterase (Pseudomonas spec.): ≥ 50 µkat/L; kolesterol oxidase (Brevibacterium spec., recombinant): ≥ 33.3 µkat/L; peroxidase (horseradish): ≥ 334 µkat/L; detergent; preservative

Langkah :

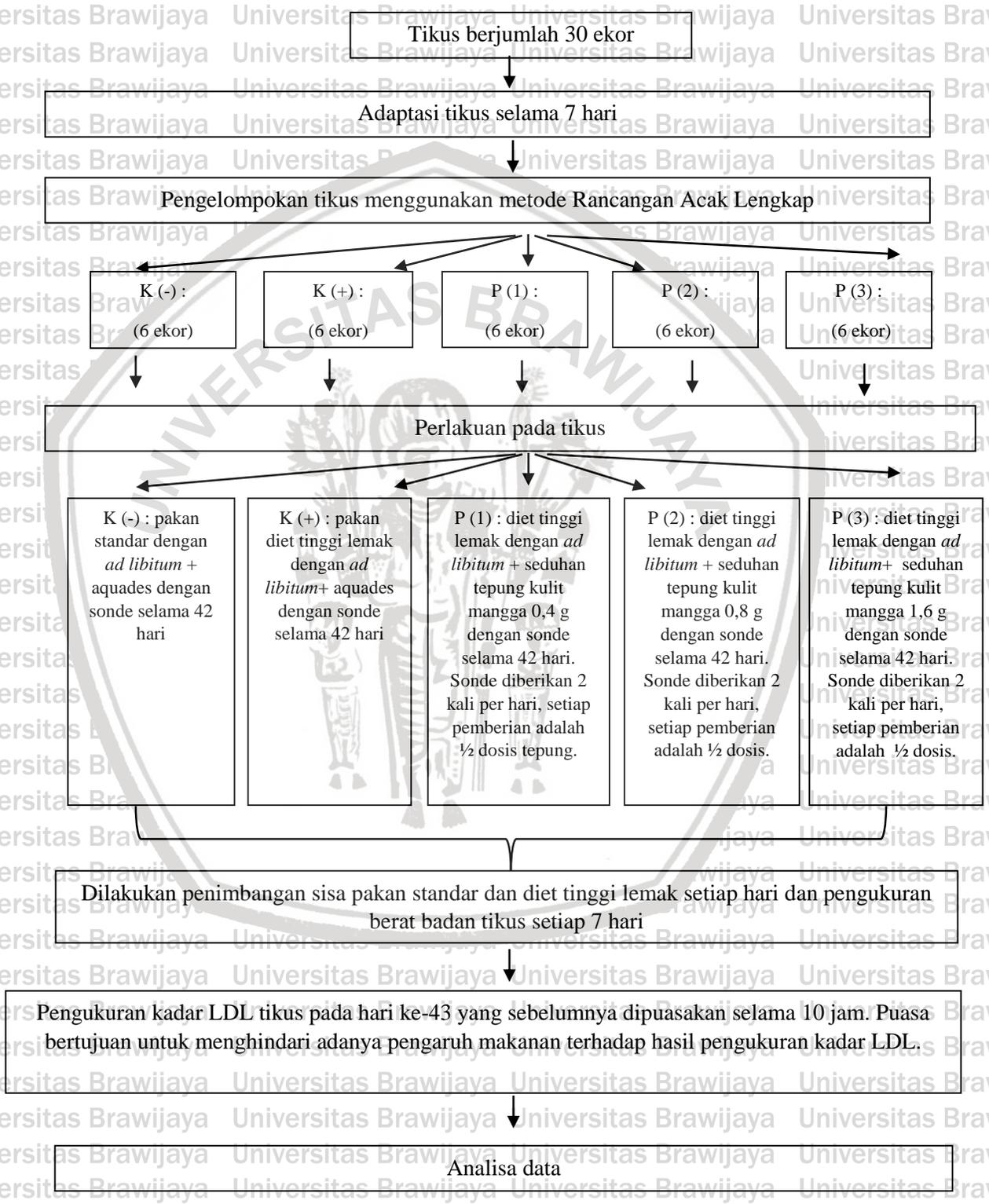
1. Sampel serum sebanyak 2µL dicampur dengan reagen 1 sebanyak 150µL kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 10 menit, setelah itu disentrifugasi pada 10.000 rpm (5000 x g) selama 1 menit.
2. Kemudian dicampur dengan reagen 2 sebanyak 50 µL
3. Pengukuran spektrofotometris dilakukan pada 585 nm.  
(Roche Diagnostics, 2012)

4.8 Alur Penelitian

- 1 Pembuatan tepung kulit mangga manalagi



## 2 Perlakuan pada tikus



#### 4.9 Analisa Data

Pengolahan data akan dilakukan dengan menggunakan *Software Statistical Program for Social (SPSS) Version 16 for Windows*. Langkah pertama adalah dengan

melakukan uji normalitas data yaitu dengan menggunakan uji *Saphiro-Wilk* karena jumlah data kurang dari 50. Data terdistribusi normal apabila nilai  $p > 0,05$ . Untuk

analisa berat badan awal dan berat akhir tikus menggunakan *One Way Annova* karena data terdistribusi normal. Untuk asupan pakan dan jumlah energi, karbohidrat,

protein, dan lemak tikus dilakukan analisa menggunakan *Kruskal Wallis* karena data tidak terdistribusi normal. Kemudian dilanjutkan dengan uji *Post Hoc Mann Whitney*.

Untuk uji beda kadar LDL antar perlakuan menggunakan *One Way ANOVA* karena data terdistribusi normal. Karena perbedaan kadar LDL tidak signifikan, maka analisa

tidak dilanjutkan pada *Post Hoc*. Untuk uji pengaruh tidak dilakukan karena untuk syarat uji korelasi *Pearson* adalah dengan melakukan uji linearitas. Karena data

ternyata tidak linear, maka uji korelasi *Pearson* tidak dilakukan.

## BAB 5

### HASIL PENELITIAN DAN ANALISA DATA

#### 5.1 Karakteristik Sampel Penelitian

Sampel yang digunakan di dalam penelitian ini berupa hewan coba (tikus).

Tikus yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 30 ekor tikus. Namun selama penelitian terdapat 13 ekor tikus mati dengan ciri tertentu sehingga masuk kriteria drop out, sehingga total tikus menjadi 17 ekor yang terbagi ke dalam 5 kelompok perlakuan. Masing – masing jumlah tikus setiap kelompok perlakuan adalah K (-)

= 5 ekor, K (+) = 5 ekor, P(1) = 4 ekor, P(2) = 3 ekor, P(3) = 0 ekor.

Tabel 5. 1 Karakteristik Sampel Penelitian

Karakteristik	K (-)	K (+)	P 1	P 2	P 3
Jumlah	5	5	4	3	0
Jenis Tikus		<i>Rattus Novergicus Strain Wistar</i>			
Jenis Kelamin		Jantan			
Umur		2-3 bulan			
Warna bulu		Putih bersih			
Keadaan Umum		Aktif, tidak cacat fisik, mata jernih			
Berat		120 – 200 gram			

Ket :

K (-) : diet normal + aquades

K (+) : diet tinggi lemak + aquades

P 1 : diet tinggi lemak + sonde seduhan tepung kulit mangga manalagi  
0,4 gr

P 2 : diet tinggi lemak + sonde seduhan tepung kulit mangga manalagi  
0,8 gr

P 3 : diet tinggi lemak + sonde seduhan tepung kulit mangga manalagi  
1,6 gr

Pada akhir perlakuan, terdapat satu kelompok perlakuan yang sampelnya (tikus) mati semua. Sehingga P3 ditiadakan saat pengolahan data. Tikus yang mati selama penelitian tidak dapat diketahui secara pasti penyebab kematiannya, disebabkan peneliti tidak melakukan otopsi pada tikus yang mati.

Tabel 5. 2 Tanda – Tanda Tikus yang Mati

Kelompok perlakuan	Kondisi
Kelompok P1	Lemas dan mengalami cegukan setelah disonde, nafas cepat dan pendek
Kelompok P2	Lemas dan mengalami cegukan setelah disonde, nafsu makan menurun
Kelompok P3	Badan lemas, hidung berdarah, perut membesar, berat badan dan nafsu makan turun drastis, BAB sangat sedikit, bulu rontok

Berat badan awal tikus diukur untuk memastikan berat tikus sudah masuk kriteria inklusi serta berat tikus juga diukur setelah adaptasi dan setiap minggu selama intervensi untuk mengetahui pengaruh perlakuan pada tikus.

Tabel 5. 3 Tabel Rata-Rata BB Awal, BB Akhir, Penambahan BB Tikus

Kelompok	n	BB awal	nilai p		BB akhir	Penambahan BB
		(gram)			(gram)	
K(-)	5	146			243,6	97,6
K(+)	5	147,4			271	123,6
P1	4	136,75	0,111		235,5	98,75
P2	3	165,33			227,33	62
P3	0	175	-		-	-

Ket :

K (-) : diet normal + aquades

K (+) : diet tinggi lemak + aquades

P 1 : diet tinggi lemak + sonde seduhan tepung kulit mangga manalagi 0,4 gr

P 2 : diet tinggi lemak + sonde seduhan tepung kulit mangga manalagi 0,8 gr

P 3 : diet tinggi lemak + sonde seduhan tepung kulit mangga manalagi 1,6 gr

Berdasarkan tabel 5.3, hasil uji statistik *Test of Normality* dengan menggunakan *Saphiro Wilk Test* pada berat badan awal diketahui bahwa berat badan awal tikus menunjukkan bahwa data terdistribusi normal dengan nilai  $p=0,406$  ( $p>0,05$ ). Berdasarkan hasil uji statistik *Test of Homogeneity of Variance* menunjukkan nilai  $p=0,733$  ( $p>0,05$ ), sehingga dapat dikatakan bahwa berat badan tikus sebelum perlakuan sama (homogen) pada semua kelompok

perlakuan. Hasil uji *Oneway Annova* menunjukkan nilai  $p=0,111$  ( $p>0,05$ ) sehingga tidak terdapat perbedaan rata-rata berat awal tikus.

Berdasarkan tabel 5.3, hasil uji statistik *Test of Normality* dengan menggunakan *Saphiro Wilk Test* pada berat badan akhir diketahui bahwa berat badan akhir tikus menunjukkan bahwa data terdistribusi normal dengan nilai  $p=0,746$  ( $p>0,05$ ). Berdasarkan hasil uji statistik *Test of Homogeneity of Variance* menunjukkan nilai  $p=0,298$  ( $p>0,05$ ), yang menunjukkan berat badan akhir homogen. Hasil uji *Oneway Annova* menunjukkan nilai  $p=0,273$  ( $p>0,05$ ) sehingga tidak terdapat perbedaan rata-rata berat akhir tikus.

Tabel 5. 4 Rata – Rata Berat Pakan dan Asupan Zat Gizi Tikus

Kelompok	n	Rata - rata Asupan									
		Berat Pakan (gram)	nilai p	Energi (kkal)	nilai p	Protein (gram)	nilai p	Karbohidrat (gram)	nilai p	Lemak (gram)	nilai p
K(-)	5	38,35		100,57		4,85		18,27		0,89	
K(+)	5	27,63	0,009	126,2	0,024	3,62	0,008	12,99	0,009	6,62	0,008
P1	4	24,18		110,44		3,17		11,36		5,79	
P2	3	23,44		107,06		3,07		11,02		5,62	
P3	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 5. 5 Uji Mann Whitney Berat Pakan Tikus

	K+	K-	P1	P2
K+		0,009*	0,221	0,101
K-			0,014*	0,025*
P1				0,480
P2				

\*Berbeda bermakna pada  $p=0,05$

Tabel 5. 6 Uji Mann Whitney Asupan Zat Gizi Tikus

Kelompok	Asupan Energi	Asupan Protein	Asupan Karbohidrat	Asupan Lemak
K (-) vs K(+)	0,009*	0,009*	0,009*	0,009*
K (-) vs P1		0,014*	0,014*	0,014*
K (-) vs P2		0,024*	0,025*	0,024*
K (+) vs P1				
K (+) vs P2				
P1 vs P2				

\*Berbeda bermakna pada nilai  $p=0,05$

Berdasarkan uji *Kruskal Wallis*, berat pakan tikus menunjukkan terdapat perbedaan rata-rata antar kelompok perlakuan. Setelah dilanjutkan dengan uji *Mann-Whitney*, antara kelompok kontrol negatif dan kontrol positif; kelompok kontrol negatif dan P1; serta kelompok kontrol negatif dan P2 menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan berat pakan tikus.

Berdasarkan uji *Kruskal Wallis* asupan energi, protein, karbohidrat dan lemak menunjukkan terdapat perbedaan asupan antar kelompok perlakuan. Setelah dilanjutkan dengan uji *Mann-Whitney*, untuk asupan energi antara kelompok kontrol negatif dan kontrol positif menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan. Sedangkan hasil uji *Mann-Whitney* untuk asupan protein, karbohidrat dan lemak, antara kelompok kontrol negatif dan kontrol positif; kelompok kontrol negatif dan P1; serta kelompok kontrol negatif dan P2 menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan.

## 5.2 Kadar Serat pada Tepung Kulit Mangga Manalagi

Berdasarkan analisis pengujian yang dilakukan di Laboratorium Pusat Penelitian Pangan dan Gizi Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, tepung kulit mangga manalagi memiliki kadar serat tidak larut sebesar  $55,5367 \pm 3,074\%$  dan serat larut sebesar  $16,6909 \pm 0,210\%$ . Sehingga total serat pangan pada 100 g tepung kulit mangga manalagi adalah  $72,2 \pm 3,28g$ .

Tabel 5. 7 Analisa Kadar Serat Larut dan Tak Larut

Sampel	Kadar Serat Tak Larut (%)	Rata-Rata Kadar Serat Tidak Larut	Kadar Serat Larut (%)	Rata-Rata Kadar Serat Larut (%)
Tepung Kulit	57,7103	55,5367±	12,9977	16,6909±
Mangga	37,7920	3,074	16,8397	0,210
Manalagi	53,3632		16,5421	

### 5.3 Kadar Serum LDL

Berdasarkan hasil uji statistik *Test of Normality*, kadar LDL tikus terdistribusi normal dengan nilai  $p=0,344$  ( $p>0,05$ ). Berdasarkan hasil uji statistik *Test of Homogeneity of Variance* menunjukkan nilai  $p=0,178$  ( $p>0,05$ ), sehingga menunjukkan bahwa data homogen. Karena data terdistribusi normal dan homogen maka digunakan uji statistik *Oneway Anova* dan didapatkan nilai  $p=0,173$  ( $p>0,05$ ) sehingga menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antarkelompok perlakuan. Hasil rata-rata kadar LDL setelah dianalisis secara statistik dapat dilihat pada tabel 5.6 berikut :

Tabel 5. 8 Rata – Rata Kadar LDL

Kelompok	Jumlah (n)	Mean ±SD (mg/dL)	Nilai p
K (-)	5	12,00 ± 5,244	p = 0,173
K (+)	5	16,40 ± 3,286	
P1	4	14,50 ± 2,380	
P2	3	10,33 ± 3,512	



## BAB 6 PEMBAHASAN

### 6.1 Pembahasan Hasil Penelitian

#### 6.1.1 Karakteristik Sampel

Pada penelitian ini menggunakan tikus putih (*Ratus Norvegicus Strain Wistar*) jantan berjumlah 30 ekor yang berumur 2-3 bulan, dan memiliki berat badan 120-200 gr. Pemilihan tikus putih (*Ratus Norvegicus Strain Wistar*) adalah karena hewan mudah didapat dan mudah penanganannya (Murwani *et al*, 2006).

Pemilihan tikus jantan disebabkan karena adanya perbedaan pada homeostasis kolesterol antara tikus jantan dan tikus betina. Pada tikus betina, selama masa sebelum menopause terdapat hormon estrogen yang menyebabkan tikus betina lebih terlindung dari hiperkolesterolemia. Hal ini dihubungkan adanya estrogen dapat meningkatkan jumlah LDL reseptor sehingga dapat meningkatkan pengikatan LDL yang beredar di darah (Marinis *et al*, 2008).

Tikus yang berjumlah 30 ekor tersebut, dibagi ke dalam 5 kelompok perlakuan. Pengelompokan tikus dalam kelompok perlakuan berdasarkan teknik randomisasi sehingga setiap tikus memiliki peluang yang sama untuk semua kelompok. Tikus yang digunakan untuk penelitian sudah disesuaikan dengan kriteria inklusi untuk mengurangi bias yang terjadi, sehingga diharapkan setiap perubahan yang terjadi pada tikus adalah hasil dari perlakuan. Namun pada akhir penelitian terdapat satu kelompok yang sampelnya mati semua, yaitu kelompok P3 yang diberikan seduhan tepung kulit mangga manalagi sebanyak 1,6 gr.

Semua kematian sampel P3 tidak diketahui penyebabnya karena tidak dilakukan

otopsi pada tikus yang mati. Sehingga pada akhir penelitian K(-) berjumlah 5 ekor, K(+) berjumlah 5 ekor, P1 berjumlah 4 ekor, P2 berjumlah 3 ekor.

Pada kelompok perlakuan P3, tikus mati semua. Tidak diketahui secara pasti penyebab kematian tikus. Namun diperkirakan kematian tikus disebabkan karena pemberian cairan yang melebihi kemampuan tikus. Pada penelitian ini pemberian cairan adalah sebanyak 4 ml. Dalam Oghenesuvwe *et al* (2014), sebaiknya pemberian cairan tidak melebihi 20 ml/kg atau 2 ml/100g berat badan tikus. Pada pemberian lebih dari 40 ml/kg atau 4 ml/100 g berat badan dapat menyebabkan stres pada tikus dan dapat membebani kapasitas lambung serta masuk ke dalam usus kecil dan menyebabkan refluks lambung, pneumonia aspirasi, iritasi faring, esofagus dan lambung.

Berat badan awal tikus berdasarkan uji statistik *Test of Homogeneity of Variance* menunjukkan hasil yang homogen. Hal ini berarti berat badan tikus pada sebelum penelitian adalah sebanding dan sesuai dengan kriteria yang ditetapkan. Berat badan akhir tikus berdasarkan statistik tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Namun jika dilihat dari rata-rata penambahan berat badan, kelompok K (+) yang diberi diet tinggi lemak memiliki rata-rata penambahan berat badan terbesar yaitu 123 gr. Sedangkan yang memiliki rata-rata penambahan berat badan terkecil yaitu kelompok P2 yang diberi asupan diet tinggi lemak + seduhan tepung kulit mangga manalagi 0,8 gr, yaitu 62 gr. Lalu untuk kelompok K (-) yang diberi diet normal memiliki penambahan berat badan 97,6 gr, dan kelompok P1 yang diberi diet tinggi lemak + seduhan tepung kulit mangga manalagi 0,4 gr mengalami penambahan berat badan 98,75 gr ( $K+ > P1 > K- > P2$ ). Tikus yang diberi diet tinggi lemak mengalami peningkatan berat badan paling tinggi dibandingkan dengan tikus yang diberi diet normal, karena asam lemak bebas

yang meningkat dan terakumulasi di jaringan akan meningkatkan akumulasi acyl-CoA dan metabolitnya yang menyebabkan rendahnya lipolisis dan glukoneogenesis menyebabkan peningkatan berat badan (Nissa dan Madjid, 2016).

### 6.1.2 Asupan Pakan

Pada penelitian ini, prinsip pemberian makan adalah secara *ad libitum* dengan jumlah pakan setiap harinya untuk pakan diet tinggi lemak maupun diet normal adalah sebanyak 40 gr. Setiap hari dilakukan penimbangan pakan yang diberikan untuk mengetahui rata-rata asupan makanan. Rata-rata asupan pakan tikus antara yang diberi diet normal, tinggi lemak, tinggi lemak + seduhan tepung kulit mangga manalagi berbeda signifikan. Kelompok K(-) memiliki rata-rata asupan tertinggi dibandingkan dengan asupan yang lain adalah kelompok yang diberi pakan diet normal yaitu sebesar 38,35 gr. Kelompok P2 yang diberi pakan diet tinggi lemak + seduhan tepung kulit mangga manalagi 0,8 gr memiliki asupan terendah (K- > K+ > P1 > P2).

Asupan tikus yang diberi diet tinggi lemak lebih rendah dibandingkan dengan diet normal disebabkan dari segi organoleptik, pakan diet tinggi lemak memiliki bau yang lebih menyengat karena adanya minyak babi yang mengandung asam lemak tidak jenuh. Asam lemak tidak jenuh mudah mengalami oksidasi dan menjadi bau tengik. Sedangkan tikus yang diberi diet tinggi lemak + seduhan tepung kulit mangga manalagi memiliki asupan terendah disebabkan lambung memiliki keterbatasan kapasitas. Volume lambung tikus dalam keadaan nyaman penuh adalah  $3,38 \pm 0,52$  ml. Saat diberikan seduhan mencapai 4 ml, keadaan lambung menjadi penuh dan membuat tidak nyaman. Sehingga menyebabkan tikus lebih kenyang dan asupannya lebih sedikit (Kusumastuty, 2014). Selain itu, adanya

kandungan serat larut air pada seduhan tepung kulit mangga manalagi yang menyebabkan makanan dicerna lebih lama sehingga asupannya menjadi sedikit (Santoso, 2011).

### 6.1.3 Kadar LDL Tikus

Pada penelitian ini, pemberian diet tinggi lemak adalah selama 42 hari dengan diet tinggi lemak sebanyak 40 gram yang diberikan kepada tikus secara *ad libitum*. Untuk komposisi diet tinggi lemak pada penelitian ini adalah PARS 20 g (50%), Terigu 10 g (25%), kuning telur bebek 2 g (5%), lemak kambing 4 g (10%), minyak kelapa 0,4 g (1%), minyak babi 3,55 g (8,9%), asam kolat 0,05 g (0,01%).

Berdasarkan hasil penelitian ini, kadar LDL untuk kelompok K+, K-, P1, dan P2 berada pada rentang 10-16 mg/dl. Sedangkan menurut Riesanti *et al* (2012), batas normal kadar LDL tikus adalah 7-27,2 mg/dl. Sehingga berdasarkan hasil tersebut, semua kelompok tikus pada penelitian ini masih berada pada batas normal. Kadar LDL yang masih dalam batas normal ini kemungkinan disebabkan karena kurang lamanya waktu pemberian diet tinggi lemak dan intervensi.

Sehingga pemberian diet tinggi lemak pada penelitian ini belum mampu meningkatkan kadar LDL.

Pada penelitian sebelumnya, diet tinggi lemak dengan komposisi kolesterol murni ( ICN, Spain ), lemak hewan, vitamin, kasein, maizena, mineral, agar, sukrosa meningkatkan kadar LDL dalam waktu 6 minggu (Yanuartono, 2007).

Berdasarkan hasil penelitian Paulina *et al* (2015), pemberian diet tinggi lemak selama 5 minggu sudah dapat meningkatkan kadar LDL. Diet tinggi lemak berjumlah 20 gr dengan komposisi kolesterol 0,4 g (2%), lemak kambing 1 g (5%), asam kolat 0,04 g (0,2%), dan pakan standar sampai 100% mampu meningkatkan kadar LDL dalam 5 minggu secara signifikan dibandingkan diet normal. Lama

pemberian diet tinggi lemak juga berkorelasi positif terhadap peningkatan kadar LDL, dimana kadar LDL pada pemberian diet tinggi lemak 5 minggu lebih rendah dibandingkan dengan pemberian 8 minggu, serta kadar LDL pada pemberian diet tinggi lemak 8 minggu lebih rendah dari pemberian 12 minggu. Pada penelitian Murwani (2006) dengan komposisi diet kolesterol 2%, asam kolat 0,2%, minyak babi 5% dan PARS serta terigu mencapai 100%, dibutuhkan waktu minimal 8 minggu untuk meningkatkan kadar kolesterol dan LDL secara bermakna. Sehingga jenis komposisi pakan diet tinggi lemak memiliki waktu yang berbeda-beda untuk dapat meningkatkan kadar LDL.

Berdasarkan hasil uji statistik *One Way Anova*, diketahui bahwa tidak terdapat perbedaan kadar LDL yang signifikan antara keempat kelompok perlakuan. Bila dilihat dari keempat kelompok perlakuan, LDL tertinggi terdapat pada kelompok perlakuan K(+) yaitu  $16,40 \pm 3,286$  mg/dL, kemudian menurun pada P1 sebanyak  $14,5 \pm 2,380$  mg/dl, menurun kembali pada kelompok K(-) yaitu  $12,00 \pm 5,244$  mg/dl, dan yang terendah adalah kelompok perlakuan P2 dengan rata – rata kadar LDL  $10,33 \pm 3,512$  mg/dL ( $K+ > P1 > K- > P2$ ). Pada penelitian lain juga mendapatkan hasil kadar LDL yang tidak signifikan. Meskipun tidak signifikan, namun hasil kadar LDL pada kelompok perlakuan masih lebih baik dibandingkan kelompok yang diberi diet tinggi lemak. Kurang lamanya waktu intervensi menyebabkan diet tinggi lemak belum mampu meningkatkan kadar LDL secara signifikan, serta serat yang terkandung belum bekerja efektif (Pramesti dan Widyastuti, 2014). Pada penelitian lain menyebutkan bahwa pemberian serat larut jenis *Guar Gum* pada manusia sebanyak 9 g per hari selama 4 minggu dapat menurunkan LDL sebanyak 25%. Selain itu konsumsi serat seperti *pectin*, *guar*

*gum, oat bran, psyllium* sebanyak 2-10 g dapat menurunkan LDL secara signifikan (Rideout et al, 2008)

Berdasarkan hasil pengujian, kelompok P2 memiliki kadar LDL terendah dibandingkan kelompok perlakuan yang lainnya meskipun tidak signifikan disebabkan diberikan seduhan tepung kulit mangga manalagi dengan kadar tertinggi yaitu sebanyak 0,8 gr. Hal ini disebabkan adanya serat pada tepung kulit mangga manalagi. Sesuai Narayan (2014) jumlah serat yang dapat menurunkan kadar LDL pada manusia adalah pada rentang 29-34 g. Jika rentang tersebut dikonversikan ke dalam kebutuhan tikus, maka rentang kebutuhan serat pada tikus adalah sebesar 0,52-0,61 g. Berdasarkan uji pendahuluan, dalam 100 g tepung kulit mangga terkandung serat total sebanyak 72,2 gr. Sehingga rentang tepung kulit mangga sehari yang dibutuhkan tikus adalah 0,72-0,84 g. Karena pada kelompok P2 diberikan tepung kulit mangga sebanyak 0,8 g, diharapkan sesuai hipotesa dapat menurunkan kadar LDL dengan optimal. Kadar LDL pada kelompok P1 masih lebih tinggi dibandingkan kelompok P2 karena diberikan tepung kulit mangga manalagi sebanyak 0,4 g, masih dibawah anjuran yang seharusnya diberikan.

Pengaruh serat adalah dapat mengganggu penyerapan lemak dengan mengikat kolesterol, asam lemak dan garam empedu di dalam usus yang kemudian diekskresikan melalui feses. (1) Asam lemak dan kolesterol yang terikat dengan serat, tidak dapat membentuk *micelle*, menyebabkan lemak tidak dapat diserap dan menuju ke usus besar untuk diekskresikan melalui feses. Menurunnya penyerapan lemak melalui usus ini, mengakibatkan menurunnya jumlah kolesterol menuju hati melalui kilomikron remnan menyebabkan VLDL yang akan terbentuk menjadi sedikit. Menurunnya VLDL ini menyebabkan juga penurunan IDL,

sehingga LDL yang terbentuk juga sedikit. (2) Serat mengganggu proses enterohepatik dengan mengikat asam empedu dan meningkatkan ekskresinya melalui feses. Peningkatan ekskresi menyebabkan jumlah garam empedu menurun, sehingga menstimulasi hati untuk membentuk garam empedu lebih banyak dari kolesterol, mengakibatkan menurunnya konsentrasi kolesterol di hati. (3) Menurunnya jumlah kolesterol di hati menyebabkan meningkatnya jumlah reseptor LDL, sehingga meningkatkan pembersihan LDL di darah (Rideout *et al*, 2008; Kusumastusty, 2014)

## 6.2 Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan dalam penelitian yang telah berlangsung, yaitu antara lain :

1. Belum dilakukannya uji toksisitas pada tepung kulit mangga manalagi, dimana dimungkinkan ada zat berbahaya yang dapat membahayakan jika dikonsumsi
2. Tidak dilakukan otopsi pada sampel tikus yang mati selama intervensi, agar bisa diketahui secara pasti penyebab kematiannya apakah karena kondisi tikus, dosis pemberian intervensi atau zat berbahaya yang terkandung dalam tepung kulit mangga manalagi
3. Belum diketahui secara pasti jenis dan jumlah serat tertentu terkandung dalam tepung kulit mangga manalagi yang dominan memengaruhi kadar LDL
4. Belum dilakukan pengujian jumlah serat larut pada seduhan tepung kulit mangga manalagi



## BAB 7

### PENUTUP

#### 7.1 Kesimpulan

- Tepung kulit mangga manalagi mengandung serat pangan total sebesar 72,2 gram dengan serat tidak larut 55,5 gram dan serat larut 16,7 gram per 100 gram tepung kulit mangga manalagi.

- Kadar LDL tikus putih (*Ratus Norvegicus Strain Wistar*) jantan yang diberi diet normal adalah 12 mg/dl dan tikus yang hanya diberi diet tinggi lemak sebesar 16,40 mg/dl.

- Kadar LDL tikus putih (*Ratus Norvegicus Strain Wistar*) jantan yang diberi diet tinggi lemak dan sonde seduhan tepung kulit mangga manalagi dosis 0,4 g tepung adalah 14,50 mg/dl

- Kadar LDL total tikus putih (*Ratus Norvegicus Strain Wistar*) jantan yang diberi diet tinggi lemak dan sonde seduhan tepung kulit mangga manalagi dosis 0,8 g tepung adalah 10,33 mg/dl

- Pemberian seduhan tepung kulit mangga manalagi tidak menunjukkan perbedaan kadar LDL tikus putih (*Ratus Norvegicus Strain Wistar*) jantan yang diberi diet tinggi lemak.

#### 7.2 Saran

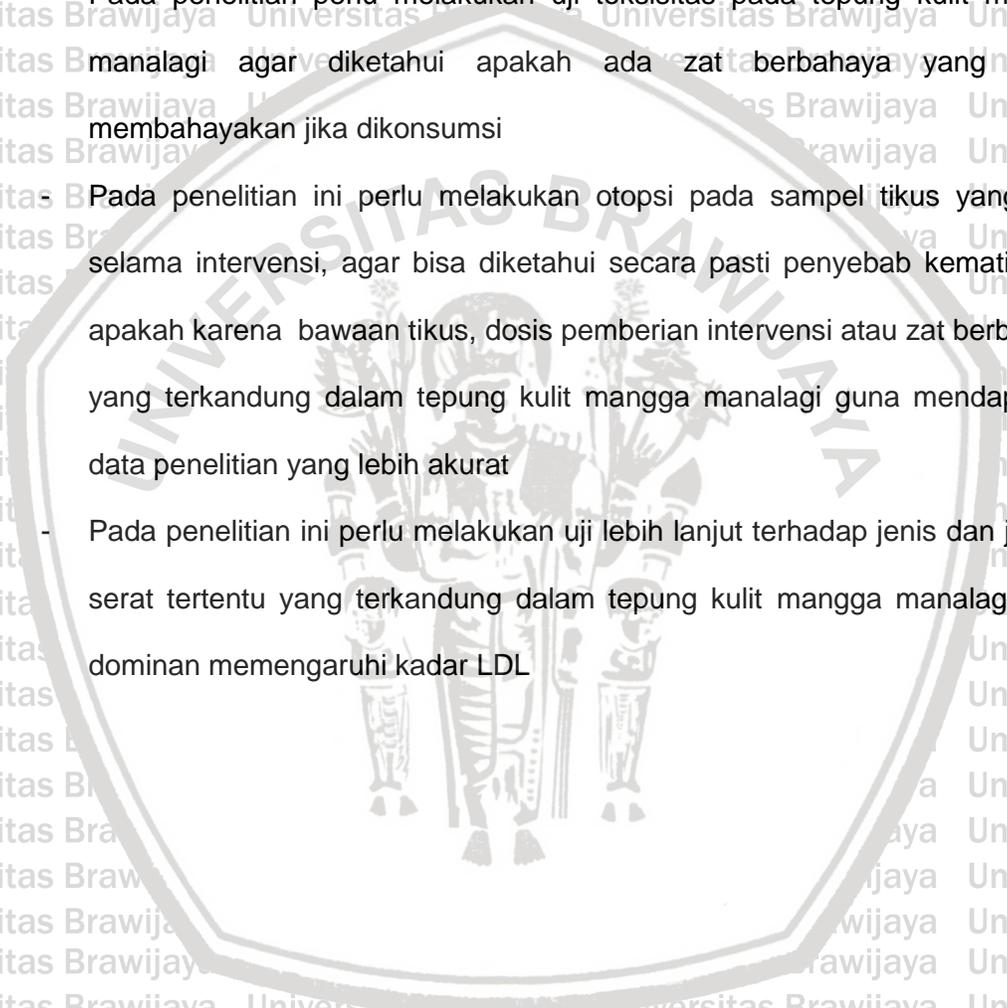
- Pada penelitian ini perlu diperhatikan lama waktu dan jenis diet tinggi lemak yang digunakan agar pemberian intervensi seduhan tepung kulit mangga manalagi menjadi signifikan

- Pada penelitian ini perlu memperhitungkan kembali jumlah dosis pemberian sonde pada tikus

- Pada penelitian perlu melakukan uji toksisitas pada tepung kulit mangga manalagi agar diketahui apakah ada zat berbahaya yang dapat membahayakan jika dikonsumsi

Pada penelitian ini perlu melakukan otopsi pada sampel tikus yang mati selama intervensi, agar bisa diketahui secara pasti penyebab kematiannya apakah karena bawaan tikus, dosis pemberian intervensi atau zat berbahaya yang terkandung dalam tepung kulit mangga manalagi guna mendapatkan data penelitian yang lebih akurat

- Pada penelitian ini perlu melakukan uji lebih lanjut terhadap jenis dan jumlah serat tertentu yang terkandung dalam tepung kulit mangga manalagi yang dominan memengaruhi kadar LDL



## DAFTAR PUSTAKA

Ajila, C. M dan Prasada Rao. Mango peel dietary fibre: Composition and associated bound Phenolics. *Journal of Functional Foods* 5. 2013, 444 – 450

Ajila, C.M., Leelavathi K., Rao U.J.S.P. Improvement of Dietary Fiber Content and Antioxidant Properties In Soft Dough Biscuits With The Incorporation of Mango Peel Powder. *Journal Of Cereal Science*, 2008, 48: 319 – 326

Ajila, C. M., Khrisnarau, L., Aalami, M., Rao U. P., Mango Peel Powder : Apotential Source of Antioxidant and Dietary fiber in Macaroni Preparations, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2010, 11: 219-224.

Almatsier, Sunita., 2009. *Prinsip Dasar Ilmi Gizi*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, hal. 50-70.

Aulia A. Hubungan pola konsumsi makan, status gizi, stres kerja dan faktor lain dengan hiperkolesterolemia pada karyawan PT. Semen Padang tahun 2012. *Skripsi*. Depok: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia, 2012.

Aurora, R G., Sinambela, A., Noviyanti, C H. Peran Konseling Berkelanjutan pada Penanganan Pasien Hiperkolesterolemia. *J Indon Med Assoc*, 2012, Vol 62, No 5

Basak, R C., Chatterjee M., Sarma P. S. A. An Overview On Management Of Diabetic Dyslipidemia. *Journal of Diabetes and Endocrinology*, 2013, Vol. 4(3), 27-36

Brown, L., Rosner, B., Willet W W., Sacks F M. Cholesterol-Lowering Effects Of Dietary Fiber: A Meta-Analysis. *Am J Clin Nut*, 1999, 69:30–42

Chawla, R and Patil G R. Soluble Dietary Fiber. *Comprehensive Reviews In Food Science And Food Safety*, 2010, Vol. 9 : 178-196

Coelho, D. F., Pereira-Lancha L O., Chaves D. S., Diwan D., Ferraz R., Campos-Ferraz P.L, *et al*. Effect of high-fat diets on body composition, lipid metabolism and insulin sensitivity, and the role of exercise on these

- parameters. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 2011, 44: 966-972
- Crook, Martin A., 2012. *Clinical Biochemistry and Metabolic Medicine*, 8<sup>th</sup> Edition., Hodder Arnold, London, p. 200-206.
- Dinas Pertanian Provinsi Jawa Timur. 2014. *Peta Potensi Dan Program Pengembangan Hortikultura Unggulan Jawa Timur Dalam Meningkatkan Ketersediaan Produk Nasional Dan Pasar Ekspor*. Malang 5 November
- Dwiyitno. Rumput Laut Sebagai Sumber Serat Pangan Potensial. *Squalen*, 2011, Vol. 6 No.1
- Fairudz, Alyssa dan Nisa, Khairun. Pengaruh Serat Pangan terhadap Kadar Kolesterol Penderita Overweight. *Majority*, 2015, vol 4, no 8 : 121-126
- FAO. 2008. *Banana, mango, and pineapple, leading fruit produced and traded worldwide* (Online), (<http://agris.fao.org/agrissearch/search.do?recordID=PH2009000126>, diakses 20 Juli 2017)
- Federer W. 1991. *Statistics and Society: Data Collection and Interpretation*, 2<sup>nd</sup> ed., Marcel Dekker, New York.
- Gragasin, M.C.B., Ligisan A.R., Torres R.C and Estrella, Romulo. Utilization of Mango Peels as Source of Pectin. *PHilMech Technical Bulletin*, 2012, Vol. 4 No.1.
- Hakimah, Indy Ainun. 2010. *81 Macam Buah Berkhasiat Istimewa*. Syura-Media Utama, Yogyakarta, Hal 113-116
- Heriansyah, T. 2013. Pengaruh Berbagai Durasi Pemberian Diet Tinggi Lemak Terhadap Profil Lipid Tikus Putih (*Rattus Novergicus Strain Wistar*) Jantan. *Jurnal Kedokteran Syiah Kuala*.2013.Volume 13 Nomor 3.
- I.S. Ashoush, M.G.E. Gadallah, 2011. Utilization Of Mango Peels And Seed Kernels Powders As Sources of Phytochemicals In Biscuit. *World J. Dairy Food Sci*. 6, 35-42.

Jim, Edmond L. Metabolisme Lipoprotein. *Jurnal Biomedik (JBM)*, 2013, Vol 5, No 3, hlm. 149-156

Jusuf, Ahmad Aulia. 2009. *Histoteknik Dasar*. Fakultas Kedokteran Indonesia

Kakadiya, Jagdish. Causes, Symptoms, Pathophysiology And Diagnosis Of Atherosclerosis- A Review. *Pharmacologyonline*, 2009, 3: 420-442

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2007. *Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) 2007*, Jakarta, hal 110-119

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2013. *Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) 2013*, hal 83-97

Kusharto, C M. Serat Makanan dan Perannanya bagi Kesehatan. *Jurnal Gizi dan Pangan*, 2006, 1(2): 45-54

Kusumastuty, Inggita. Sari Buah Markisa Ungu Mencegah Peningkatan Mda Serum Tikus Dengan Diet Aterogenik. *Indonesian Journal of Human Nutrition*, 2014, Volume 1 Edisi 1 : 50 – 56

Laurence, D.R., and A.L.,Bacharach., 1964. *Evaluation of Drug Activities: Pharmacometrics*, 1<sup>th</sup> ed., Academic Press, London.

Lintong, Poppy M. Perkembangan Konsep Patogenesis Aterosklerosis. *Jurnal Biomedik*, 2009, Vol 1, No 1, hlm. 12-22

Mahan, L K., Stump S E., Raymond, Janice. 2012. *Krause's Food and the Nutrition Care Process* 13<sup>th</sup> ed. Elsevier, Missouri, p 742-751

Marinis, E.D., Martini, Chiara., Trentalance, Anna and Pallottini, Valentina. Sex Differences in Hepatic Regulation of Cholesterol Homeostasis. *Journal of Endocrinology*, 2008, 198: 635–643.

Ma'rufi, R., Rosita L. 2014. Hubungan Dislipidemia dan Kejadian Penyakit Jantung Koroner. *JKKI*, Vol.6, No.1, Jan-Apr 2014

Murwani, Sri., Ali, Mulyohadi., Muliarta, Ketut. Diet Aterogenik Pada Tikus Putih (*Rattus Novergicus Strain Wistar*) Sebagai Model Hewan Aterosklerosis. *Jurnal Kedokteran Brawijaya*, 2006, Vol. XXII, No. 1.

Narayan, Shreya., Lakshmpriya, Nagarajan., Vaidya, Ruchi., Bai M.R., Sudha, Vasudevan., Krishnaswamy, Kamala., et al. Association of Dietary Fiber Intake with Serum Total Cholesterol and Low Density Lipoprotein Cholesterol Levels in Urban Asian-Indian Adults with Type 2 Diabetes. *Indian Journal of Endocrinology and Metabolism*, 2017, Vol 18, Issue 5.

National Institutes of Health, National Heart, Lung, and Blood Institute. 2002. Third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III). Bethesda: National Institutes of Health; *NIH publication 02-5215*.

Nissa, C dan Madjid I J. Potensi glukomanan pada tepung porang sebagai agen anti-obesitas pada tikus dengan induksi diet tinggi lemak. *Jurnal Gizi Klinik Indonesia*, 2016, Vol 13 No 1 (1-6)

Oghenesuvwe E E., Ekene N E., Lotanna A D. Guidelines on dosage calculation and stock solution preparation in experimental animals' studies. *Journal of Natural Science Research*, 2014, vol 4, no 18 : 100-106

Paramita, Octavianti. Kajian Proses Pembuatan Tepung Buah Mangga (*Mangifera Indica L*) Varietas Arumanis dengan Suhu Perendaman yang Berbeda. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 2012, Vol. 1 No. 1

Paulina, Ariza Julia., Asni, Enikarmila., dan Gaffar, Mardhiah. Pengaruh Lama Pemberian Diet Aterogenik Serum *Rattus Norvegicus Strain Wistar* Jantan, *Jom FK*, 2015, vol 2, no 2

Perki. 2013. Panduan Pengelolaan Dislipidemia di Indonesia Tahun 2015 edisi 1. Hal 2-5

Persagi., 2009. *Tabel Komposisi Pangan Indonesia*. Persatuan Ahli Gizi Indonesia, Jakarta, hal 27.

Pracaya., 1987. *Bertanam Mangga*. PT Penebar Swadaya, Jakarta, hal. 6-15.

Pramesti, Rani dan Widyastuti, Nurmasari. Pengaruh Pemberian Jus Daun Ubi Jalar (*Ipomoea Batatas* (L.) Lam) Terhadap Kadar Kolesterol Ldl Tikus Wistar Jantan (*Rattus Norvegicus*) Yang Diberi Pakan Tinggi Lemak. *Journal of Nutrition College*, 2014, vol 3, no 4

Rideout, Todd C., Harding, Scott V., Jones, Peter JH., Fan, Ming Z. Guar Gum and Similiar Soluble Fibers in the Regulation of Cholesterol Metabolim : Current Understandings and Future Research Priorities, *Vascular Health and Risk Management*, 2008, 4(5) 1023-1033

Riesanti, D G., Padaga M C., Herawati. Kadar HDL, Kadar LDLI dan Gambaran Histopatologi Aorta Pada Hewan Model Tikus (*Rattus norvegicus*) Hiperkolesterolemia Dengan Terapi Ekstrak Air Benalu Mangga (*Dendrophthoe pentandra*), 2012

Roche Diagnostics. 2012. *LDL\_C : LDL Cholesterol plus 2nd generation*. 2012-03, V 6 English

Robles-Sánchez M, Astiazarán-García H, Martín-Belloso O, Gorinstein S, Alvarez-Parrilla E, de la Rosa LA. Influence of Whole and Fresh-Cut Mango Intake on Plasma Lipids and Antioxidant Capacity of Healthy Adults. *Food Research International*. 2011; 44 :386–1391.

Santoso, Agus. 2011. Serat Pangan (*Dietary Fiber*) Dan Manfaatnya bagi Kesehatan. *Magistra* No. 75 Th. XXIII Maret 2011

Sari, Yunita Diana., Sri Prihatini., Krisnawati Bantas. 2014. Asupan Serat Makanan dan Kadar Kolesterol-LDL Penduduk Berusia 25-65 Tahun Di Kelurahan Kebon Kalapa, Bogor. *Penel Gizi Makan*, 37 (1): 51-58

Stump, Sylvia Escott. 2012. *Nutrition and diagnosis-related care. 7th ed*. Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business, Philadelphia. P 347-351

Widyaningsih, W., Prabowo, A., Suniasih. Pengaruh Ekstrak Etanol Daging Bekicot (*Achantina Fulica*) Terhadap Kadar Kolesterol Total, Hdl, Dan Ldl Serum Darah Tikus Jantan Galur Wistar. *Jurnal Sains dan Teknologi Farmasi*, 2010, Vol. 15, No.1 : 1-10.

Yanuartono. Peran Diet Lemak dan/atau Kolesterol Tinggi pada Pembentukan Plak ateroma Aorta Tiksu Putih (*Sparague Dawley*). *J Sain Vet*, 2007, vol. 25 No