

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Profil Lipid

Lipid merupakan kelompok heterogen dari senyawa yang lebih berkerabat karena sifat fisiknya dibanding sifat kimianya. Kelompok ini mempunyai sifat umum, yaitu relatif tidak dapat larut dalam air dan larut dalam pelarut nonpolar, seperti eter, kloroform, serta benzen. Dengan demikian, kelompok lipid mencakup lemak, minyak, malam (*wax*) dan senyawa-senyawa lain yang berhubungan. Selain itu, lipid juga merupakan konstituen diet penting bukan hanya nilai energinya yang tinggi melainkan juga adanya vitamin dalam lemak dan asam lemak esensial (Peter *et al.* , 2006).

Lemak berfungsi sebagai sumber energi yang efisien, baik langsung maupun secara potensial ketika disimpan di dalam jaringan adiposa. Lemak berfungsi sebagai insulator panas di dalam jaringan subkutan serta di sekeliling organ tertentu dan senyawa lipid nonpolar bekerja sebagai insulator listrik yang memungkinkan perambatan gelombang depolarisasi secara cepat di sepanjang serabut syaraf bermielin. Kandungan lemak dalam jaringan syaraf sangat tinggi. Gabungan lemak dan protein merupakan unsur pembentuk penting pada sel, yang terdapat baik di dalam membran sel maupun mitokondria di dalam sitoplasma, serta juga berfungsi sebagai sarana pengangkutan lipid di dalam darah. Pengetahuan mengenai biokomia lipid amat penting untuk memahami banyak bidang biomedis mutakhir yang menjadi titik perhatian, seperti obesitas,

aterosklerosis, dan peran berabagai asam lemak tak jenuh ganda (*polyunsaturated fatty acids*) pada bidang gizi serta kesehatan (Peter *et al.*, 2006).

1. Klasifikasi Lipid

Klasifikasi lipid berikut merupakan hasil modifikasi klasifikasi Bloor. (Peter *et al.*, 2006)

- a. Lipid sederhana, ester asam lemak dengan berbagai alkohol, terdiri atas:
 - 1) Lemak, ester asam lemak dengan gliserol. Lemak yang berada dalam keadaan cair dikenal sebagai minyak.
 - 2) Malam, ester asam lemak dengan alkohol monohidrat berbobot molekul tinggi.
- b. Lipid kompleks, ester asam lemak yang mengandung gugus-gugus lain di samping alkohol dan asam lemak, terdiri atas:
 - 1) Fosfolipid, kelompok lipid yang selain mengandung asam lemak dan alkohol, juga mengandung residu asam fosfat. Lipid ini sering mempunyai basa yang mengandung nitrogen dan substansi lain.
 - 2) Glikolipid, kelompok lipid yang mengandung asam lemak, sfingosin, dan karbohidrat.
- c. Lipid kompleks lain, lipid seperti sulfolipid dan amonilipid. Lipoprotein juga dapat dimasukkan dalam kategori ini.
- d. Prekursor dan derivat lipid, kelompok ini mencakup asam lemak, gliserol, steroid, senyawa alkohol, aldehid lemak, badan keton, hidrokarbon, vitamin larut lemak serta berbagai hormon.
- e. Lipid netral (tidak bermuatan) seperti asilgliserid, kolesterol, dan ester.

2. Pengangkutan dan Penyimpanan Lipid

Lemak yang diserap dari makanan dan lipid yang disintesis oleh hati serta jaringan adiposa harus diangkut ke berbagai jaringan dan organ tubuh untuk digunakan serta disimpan. Karena lipid bersifat tak larut dalam air, timbul permasalahan dalam hal pengangkutannya di dalam lingkungan akueosa yaitu plasma darah. Hal ini dipecahkan dengan dikaitkannya senyawa lipid nonpolar (triasilgliserol dan ester kolesteril) dengan lipid amfipatik (fosfolipid dan kolesterol) dan protein untuk membentuk lipoprotein yang bisa bercampur dengan air (Peter, 2006).

Lipoprotein memperantarai siklus dengan mengangkut lipid dari intestinal sebagai kilomikron dan dari hati sebagai *VLDL (very low density lipoprotein)* ke sebagai besar jaringan tubuh untuk oksidasi dan ke jaringan adiposa untuk penyimpanan. Lipid diangkut dari jaringan adiposa sebagai asam lemak bebas (*FFA; free fatty acid*) yang terikat dengan albumin serum. Kelainan metabolisme lipid yang terkait dengan produksi atau penggunaan lipoprotein akan menyebabkan keadaan hipolipoprotein atau hiperlipoprotein (Peter, 2006).

Lipid diangkut dalam plasma sebagai lipoprotein. Hasil dari ekstraksi senyawa lipid plasma dengan pelarut lipid dan pemisahan yang sesuai akan memperlihatkan adanya triasilgliserol, fosfolipid, kolesterol, ester kolesterol dan asam lemak bebas dalam jumlah sedikit. Empat kelompok utama lipoprotein plasma yang bermakna secara fisiologis untuk diagnostik klinis yaitu kilomikron yang berasal dari penyerapan triasilgliserol di usus, *VLDL (very low density lipoprotein)* yang berasal dari hati untuk mengeluarkan triasilgliserol. *LDL (low*

density lipoprotein) yang memperlihatkan tahap akhir dalam metabolisme VLDL dan HDL (*high density lipoprotein*) yang terlibat di dalam metabolisme VLDL dan kilomikron serta pengangkutan kolesterol. Triasilgliserol merupakan unsur lipid yang dominan pada kilomikron dan VLDL, sedangkan kolesterol dan fosfolipid dominan pada LDL dan HDL (Peter, 2006).

Triasilgliserol diangkut dari usus dalam bentuk kilomikron dan dari hati dalam bentuk VLDL. Kilomikron bertanggungjawab atas pengangkutan semua lipid dari makanan ke dalam sirkulasi darah. Pembentukannya meningkat bersama dengan semakin besarnya jumlah triasilgliserol yang diserap. Sebagian besar VLDL plasma berasal dari hati, merupakan alat pengangkut triasilgliserol dari hati ke jaringan di luar hati. Kilomikron dan VLDL menyediakan enzim untuk proses metabolismenya sendiri bersama dengan substrat dan kofaktornya, yaitu lipoprotein lipase. Ketika hidrolisis berlangsung, lipoprotein akan melekat pada enzim tersebut di endotel. Triasilgliserol dihidrolisis secara progresif lewat diasilgliserol menjadi monoasilgliserol dan akhirnya dihidrolisis menjadi asam lemak bebas plus gliserol (Peter, 2006).

Tabel.1 Unsur-unsur lipid di dalam plasma darah manusia

Lipid	Mmol/L	
	Nilai rerata	Kisaran
Triasilgliserol	1,6	0,9-2,0 ²
Total fosfolipid ¹	3,1	1,8-5,8
Total kolesterol	5,2	2,8-8,3
Kolesterol bebas (tak-teresterifikasi)	1,4	0,7-7,2
Asam lemak bebas (tak-teresterifikasi)	0,4	0,2-2,6 ²
Dari total asam lemak, 45% adalah triasilgliserol, 35% fosfolipid, 15% ester kolesterol dan <5% asam lemak bebas. Kisaran tersebut dapat dilampaui pada keadaan normal atau patologis.		
¹ Dianalisis sebagai fosfolipid		
² Bervariasi menurut status nutrisi..		

Sebagian asam lemak akan kembali ke dalam sirkulasi dan terikat dengan albumin, tetapi sejumlah besar asam lemak akan kembali ke jaringan. Pada tabel.1 menunjukkan nilai normal unsur-unsur lipid dalam plasma manusia yang meliputi triasilgliserol, total fosfolipid, total kolesterol, kolesterol bebas dan asam lemak bebas (Peter, 2006).

3. Kolesterol

Kolesterol terdapat di dalam jaringan dan lipoprotein plasma, bisa dalam bentuk kolesterol bebas atau gabungan dengan asam lemak rantai panjang sebagai ester kolesteril. Unsur ini disintesis di banyak jaringan dari asetil-KoA dan akhirnya dikeluarkan dari tubuh di dalam empedu sebagai garam kolesterol atau empedu. Kolesterol merupakan prekursor semua senyawa steroid lainnya di dalam tubuh, seperti kortikosteroid, hormon seks, asam empedu dan vitamin D (Peter, 2006).

Dilihat dari hal biomedis, kolesterol merupakan lipid amfipatik dan pada keadaan demikian menjadi komponen struktural esensial yang membentuk membran sel serta lapisan eksterna lipoprotein plasma. Lipoprotein mengangkut kolesterol bebas dalam sirkulasi darah, tempat unsur ini segera mengimbangi unsur kolesterol pada lipoprotein lainnya dan membran sel. Ester kolesteril merupakan bentuk penyimpanan kolesterol yang ditemukan pada sebagian besar jaringan tubuh. Senyawa ini diangkut sebagai muatan di dalam inti hidrofobik lipoprotein. LDL merupakan perantara ambilan kolesterol dan ester kolesteril ke dalam banyak jaringan (Peter, 2006). Kolesterol bebas dikeluarkan dari jaringan oleh HDL dan kemudian diangkut ke hati untuk dikonversi menjadi asam empedu

dalam proses yang dikenal sebagai pengangkutan-balik-kolesterol (*reverse cholesterol transport*). Kolesterol merupakan unsur utama pembentuk batu empedu. Meskipun demikian, peranan utamanya dalam proses patologis adalah berhubungan dengan pembentukan aterosklerosis pada pembuluh arteri yang berhubungan dengan serebrovaskular, vaskular dan koroner. Aterosklerosis koroner berkaitan dengan rasio kolesterol LDL:HDL plasma yang tinggi (Peter, 2006).

Sintesis kolesterol berasal dari asetil-KoA lewat sebuah lintasan yang kompleks. Tiga molekul asetil-KoA membentuk mevalonat lewat reaksi penting yang membatasi laju bagi lintasan tersebut dan dikatalisis oleh enzim HMG-KoA (3-hidroksi-3metilglutarilKoA) reduktase. Unit isoprenoid lima-karbon terbentuk dari mevalonat dengan menghilangkan CO₂ dan enam unit isoprenoid mengadakan kondensasi untuk membentuk skualen. Skualen menjalani siklisasi untuk membentuk senyawa induksi steroid lanosterol, yang telah mengalami kehilangan tiga gugus metilnya membentuk kolesterol (Peter, 2006).

Sintesis kolesterol di hati diatur sebagian oleh aliran masuk kolesterol makanan dalam bentuk sisa kilomikron yang kaya kolesterol. Di dalam jaringan, keseimbangan kolesterol pada umumnya dipertahankan diantara faktor-faktor yang menyebabkan diperolehnya kolesterol (misal, sintesis ambilan lewat reseptor LDL atau reseptor skavenger, hidrolisis ester kolesterol) dan faktor-faktor yang menyebabkan hilangnya kolesterol (misal, sintesis steroid, pembentukan ester kolesterol dan pengangkutan balik kolesterol lewat HDL). Aktivitas reseptor LDL akan diatur turun oleh kadar kolesterol sel yang tinggi dan diatur naik bila terjadi

depleksi kolesterol (Peter, 2006). Pengangkutan kolesterol dalam plasma diangkut dalam bentuk lipoprotein, dan proporsi terbesar kolesterol terdapat dalam LDL. Akan tetapi, pada keadaan ketika secara kuantitatif VLDL lebih dominan, peningkatan proporsi kolesterol plasma akan terjadi pada fraksi ini. Ester kolesterol di dalam makanan dihidrolisis menjadi kolesterol, yang kemudian bercampur dengan kolesterol yang tidak teresterifikasi dari makanan dan kolesterol empedu sebelum penyerapan dari usus bersama dengan unsur lipid lainnya. Senyawa ini bercampur dengan kolesterol yang disintesis di usus dan kemudian disatukan ke dalam kilomikron. Dari kolesterol yang diserap, 80-90% akan mengalami esterifikasi dengan asam lemak rantai panjang di dalam mukosa usus (Peter, 2006).

Senyawa yang sterol nabati (sitosterol) merupakan senyawa yang sulit diserap. Ketika kilomikron bereaksi dengan lipoprotein lipase untuk membentuk sisa kilomikron, hanya sekitar 5% ester kolesterol yang hilang. Sisanya di ambil oleh hati ketika sisa kilomikron bereaksi dengan sisa reseptor LDL atau dengan reseptor LDL dan dihidrolisis menjadi kolesterol. VLDL yang terbentuk di hati mengangkut kolesterol ke dalam plasma jaringan. Sebagian kolesterol di dalam VLDL tertahan pada sisa VLDL (IDL) yang diambil oleh hati atau dikonversi menjadi LDL yang selanjutnya akan diambil oleh reseptor LDL di hati dan jaringan ekstrahepatik (Peter, 2006).

High density lipoprotein (HDL) disintesis dan disekresikan oleh hati maupun intestinum. HDL *nascent* (HDL yang baru disekresikan) dari intestinum tidak mengandung apolipoprotein C dan E, tetapi hanya mengandung

apolipoprotein A. Jadi apolipoprotein C dan E disintesis di hati dan dipindahkan kepada HDL intestinum ketika HDL ini memasuki plasma darah. Fungsi utama HDL adalah bertindak sebagai tempat penyimpanan untuk apo C dan E yang dibutuhkan dalam metabolisme kilomikron dan VLDL.

HDL nascent terdiri atas lapisan ganda fosfolipid berbentuk cakram yang mengandung apo A dan kolesterol bebas. LCAT (lesitin-kolesterol asiltransferase) dan aktivator LCAT apo A-1 terikat pada cakram tersebut. LCAT berfungsi untuk mengkatalisis konversi fosfolipid permukaan dan kolesterol bebas menjadi ester kolesteril serta lisolesitin. Senyawa ester kolesteril nonpolar akan bergerak ke dalam interior lapisan ganda yang bersifat hidrofobik sedangkan lisolesitin dipindahkan ke albumin plasma. Reaksi ini berlanjut dengan menghasilkan inti nonpolar yang mendorong pemisahan lapisan ganda sampai terbentuk HDL. Jadi, sistem LCAT ini berfungsi untuk pengeluaran kolesterol tekeresterifikasi yang berlebihan dari lipoprotein dan dari jaringan (Peter, 2006).

Protein transfer ester kolesteril memfasilitasi pemindahan ester kolesteril dari HDL ke lipoprotein lain. Protein yang hanya terdapat di dalam plasma manusia ini akan berikatan dengan HDL untuk memfasilitasi pemindahan ester kolesteril dari HDL ke VLDL, IDL, serta LDL dan memungkinkan triasilgliserol berpindah dengan arah yang berlawanan. Oleh karena itu, protein ini menghilangkan hambatan produk akibat aktivitas LCAT di dalam HDL. Jadi, pada manusia sejumlah besar ester kolesteril yang dibentuk oleh LCAT di dalam HDL akan dilanjutkan menuju hati melalui VLDL, IDL dan LDL (Peter, 2006). Siklus HDL. dikemukakan untuk menjelaskan penganakutan kolesterol dari

jaringan ke hati pada proses yang dikenal sebagai pengangkutan-balik kolesterol. Siklus ini melibatkan ambilan dan esterifikasi kolesterol oleh HDL3 yang menjadi lebih besar dan kurang rapat dengan membentuk HDL2. Enzim lipase hepatic menghidrolisis fosfolipid HDL2 dan triasilgliserol yang memungkinkan partikel senyawa ini melepaskan muatan ester kolesterolnya ke hati, tempat partikel tersebut menjadi rapat lagi, membentuk kembali HDL3 yang memasuki kembali siklus tersebut. Di samping itu, apo A-1 bebas akan dilepas dan memasuki kembali sirkulasi dengan membentuk pre β -HDL sesudah berikatan dengan fosfolipid dan kolesterol dalam jumlah yang minimal. Pre β -HDL merupakan bentuk HDL yang paling poten dalam menginduksi aliran keluar kolesterol dari jaringan untuk membentuk HDL diskoid yang selanjutnya akan mengambil lebih banyak lagi kolesterol untuk membentuk HDL3 (Peter, 2006).

Proses pengangkutan balik kolesterol maka HDL reseptor akan terikat pada reseptor A-1 yang menyebabkan translokasi kolesterol ke membran sel tempat kolesterol ini diambil oleh HDL. Pre β -HDL, HDL diskoid dan HDL3 bekerja aktif pada proses ini. Gradien konsentrasi dipertahankan oleh aktivitas LCAT (lesitin-kolesterol asiltransferase) yang memungkinkan kolesterol mengalami esterifikasi dan ditumpuk di dalam inti HDL yang diubah menjadi HDL2. Ester kolesterol pada HDL akan diambil oleh hati yang bisa secara langsung meninggalkan HDL3 maupun apo A-1 untuk masuk kedalam sirkulasi atau pindah ke VLDL, IDL dan LDL lewat protein transfer ester kolesterol. Kolesterol yang berlebihan diekskresikan dari hati ke dalam empedu sebagai kolesterol atau garam empedu. Sejumlah besar garam empedu diabsorpsi ke

dalam sirkulasi porta dan kembali ke hati sebagai bagian dari sirkulasi enterohepatik (Peter, 2006).

Kolesterol serum berkaitan dengan insiden aterosklerosis dan penyakit jantung koroner. Aterosklerosis ditandai dengan penumpukan kolesterol dan ester kolesterol dari lipoprotein yang mengandung apo B-100 (merupakan reseptor LDL dengan afinitas tinggi, selain itu juga terdapat reseptor E) pada jaringan ikat pembuluh darah arteri. Penyakit dengan meningkatnya kadar VLDL, IDL, LDL, sisa kilomikron di dalam darah (misalnya diabetes melitus, nefrosis lipid, hiperlipidemia) yang berkepanjangan seringkali disertai dengan pembentukan aterosklerosis yang dini dan lebih berat. Terdapat hubungan terbalik antara konsentrasi HDL dengan penyakit jantung koroner. Hubungan ini dapat dijelaskan dalam hal peranan HDL yang bertindak sebagai penangkap kolesterol pada pengangkutan balik kolesterol (Peter, 2006).

Faktor-faktor tambahan yang dianggap memainkan peranan penting pada proses aterosklerosis yaitu, tekanan darah tinggi, merokok, jenis kelamin, obesitas, kurang olahraga dan kebiasaan lebih banyak minum air yang tidak mengandung mineral. Kenaikan kadar asam lemak bebas dalam plasma juga akan meningkatkan sekresi VLDL oleh hati yang melibatkan keluaran triasilgliserol dan kolesterol tambahan ke dalam sirkulasi darah. Peningkatan kadar asam lemak bebas dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti stres emosional, minum kopi, kebiasaan makan jarang tetapi sekali makan dalam jumlah besar (bukan makan secara terus-menerus). Di bawah ini terdapat Tabel 2 yang menunjukkan kadar lipid

Tabel.2 Kadar lipid serum normal berdasar klasifikasi kolesterol total, kolesterol LDL, dan trigliserid menurut NCEP (*National Cholesterol Education Program*) ATP III (*Adult Treatment Panel III*) 2001 mg/dl

Kolesterol Total <200 200-239 ≥240	Optimal Diinginkan Tinggi
Kolesterol LDL <100 100-129 130-159 160-189 ≥190	Optimal Mendekati optimal Diinginkan Tinggi Sangat tinggi
Kolesterol HDL <40 ≥60	Rendah Tinggi
Trigliserid <150 150-199 200-499 ≥500	Optimal Diinginkan Tinggi Sangat tinggi

Dikutip dari: *Executive summary of the 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)*. JAMA 2001; 285: 2486-2497

4. Hiperlipidemia

Hiperlipidemia (hiperlipoproteinemia, hiperlipidemia) merupakan kelainan metabolisme yang ditandai dengan kelainan peningkatan fraksi lipid dalam plasma. Kelainan fraksi lipid yang utama adalah kadar kolesterol total yang tinggi, kadar trigliserid yang tinggi dan kadar kolesterol HDL yang rendah. Dalam terjadinya aterosklerosis, ketiganya memiliki peran yang penting dan erat kaitannya satu sama lain (Munaf, 2005). Faktor utama dalam pembentukan aterosklerosis adalah hiperlipidemia. Komponen utama kolesterol serum total yang menyebabkan peningkatan resiko pembentukan aterosklerosis adalah peningkatan

Low density lipoprotein. Sebaliknya, peningkatan HDL akan menurunkan resiko. HDL berperan dalam mobilisasi kolesterol dari ateroma yang sudah ada dan memindahkannya ke hati untuk di ekskresikan ke dalam empedu (Robbins, 2007).

Penimbunan lipoprotein didalam tunika intima pembuluh darah pada kondisi hiperlipidemia kronis akan menyebabkan fungsi endotel tertanggu, hal ini dapat dilihat dari adanya peningkatan pembentukan radikal bebas oksigen yang mendeaktivasi nitrat oksida yang merupakan faktor pelemas endotel utama. Perubahan kimiawi lemak yang dipicu oleh radikal bebas yang dihasilkan dalam makrofag atau sel endotel di dinding pembuluh darah arteri akan menghasilkan LDL teroksidasi (termodifikasi), pembentukan LDL teroksidai ini akan dipercepat oleh kadar HDL yang rendah, hipertensi, merokok, diabetes melitus. LDL teroksidasi ditangkap oleh makrofag melalui reseptor skavenger sehingga terbentuk sel busa, hal ini akan meningkatkan akumulasi monosit di tempat lesi dan merangsang pengeluaran faktor pertumbuhan serta sitokin. Hal tersebut akan menyebabkan terbentuknya plak. Apabila terjadi ruptur, maka akan terbentuk trombus yang merupakan hasil dari agregasi trombosit. Keseluruhan rangkaian diatas menjelaskan proses terbentuknya aterosklerosis yang merupakan awal munculnya penyakit kardiovaskular (Robbins, 2007).

B. Strawberry

Strawbery merupakan tanaman buah herbal yang ditemukan pertama kali di Chili Amerika. Strawbery dikenal juga dengan nama arbei dari bahasa Belanda

aardbei. Buah strawberry merupakan suatu genus tumbuhan dalam keluarga *Rosaceae*. Terdapat \pm 700 macam jenis strawberry. Tanaman ini tumbuh subur di daerah tropis (Saraswati, 2010). Salah satu jenis spesiesnya bernama *Fragaria Chiloensis L.* Jenis ini yang menyebar ke berbagai Negara di Amerika, Eropa, dan Asia. Sementara, spesies yang lainnya yaitu *Fragaria Vesca L* yang lebih menyebar luas dibandingkan dengan spesies yang lainnya dan jenis strawberry ini pula yang pertama kali masuk ke Indonesia. (Wijoyo, 2008)

Buah strawberry berwarna hijau keputihan ketika sedang berkembang, dan pada kebanyakan spesies berubah menjadi merah ketika masak. Warna merah pada buah strawberry matang disebabkan karena buah ini kaya akan pigmen warna antosianin dan mengandung antioksidan tinggi (Wijoyo, 2008).

Tabel.3 Macam-macam strawberry beserta ciri-cirinya

Varietas	Ukuran buah	Rasa	Kesegaran buah	Kekerasan buah
Camarosa	Besar	Baik	Baik	Sangat keras
Chandler	Medium-besar	Baik	Baik	Keras
Earlibrite	Besar	Baik	Kurang baik	Tidak begitu keras
Osogrande	Besar	Baik	Baik	Keras
Strawberry festival	Besar	Sangat baik	-	Sangat keras
Sweet charlie	Besar	Baik	Kurang baik	Keras

Komponen antosianin yang terdapat pada buah strawberry adalah *Pelargonidin, Cyanidin, Delphinidin, Peonidin, Petunidin, dan Malvidin*. Setiap penyajian buah strawberry sebanyak 100g maka akan terdapat *malvidin* sebanyak 30-150mg (Christine, 2006). Selain itu buah strawberry juga menyimpan nutrisi yang luar biasa diantaranya kaya akan serat, rendah kalori, dan mengandung vitamin C, folat, potasium, serta asam elagat. Buah strawberry juga divakini oleh

masyarakat dapat mencegah proses oksidasi pada tubuh yaitu suatu proses hancurnya jaringan tubuh karena radikal bebas dan oksidasi juga bertanggungjawab pada proses penuaan (wijoyo, 2008).

1. Morfologi strawberry

Morfologi strawberry, yaitu:

- a. Batang: batang utama tanaman strawberry adalah pendek. Daun-daun terbentuk disetyap buku, pada ketiak daun terdapat pucuk aksilar. Internode sangat penek sehingga jarak daun yang satu dengan yang lainnya sangat rapat. Tanaman tampak seperti rumpun tanpa batang.
- b. Daun: dalam masa pertumbuhan vegetatif, meristem apical membentuk daun-daun baru setiap 8-12 hari pada suhu rata-rata 22 derajat Celsius. Daunnya dapat bertahan selama 1-3 bulan.
- c. Akar: tanaman strawberry dewasa umumnya mempunyai 20-35 akar primer dengan panjang akar sekitar 40 cm. Akar primer dapat bertahan lebih dari satu tahun. Akar-akar baru yang menggantikan akar primer tumbuh dari ruas yang paling dekat dengan akar primer.
- d. Bunga: bunga tanaman strawberry mempunyai 5 *sepal* (kelompok bunga), 5 *petal* (daun mahkota), 20-35 *stamen* (benang sari, dan ratusan putik yang menempel pada *receptacle* (dasar bunga) dengan pola melingkar.
- e. Stolon: stolon adalah batang yang tumbuh horizontal sepanjang permukaan tanah. Pada stolon terdapat ruas-ruas yang dapat mencapai 30 cm.
- f. Buah: buah strawberry berwarna merah, buah yang biasa dikenal adalah buah *semu* yang sebenarnya merupakan *receptacle* yang membesar. Buah sehati

yang berasal dari oval yang telah diserbuki berkembang menjadi buah kering dengan biji yang keras. Struktur buah ini disebut *achene*. Buah sejati ini berukuran kecil dan menempel pada *receptacle* yang membesar. Ukuran strawberry ditentukan oleh jumlah buah *achene* yang terbentuk (wijoyo, 2008).

2. Taksonomi strawberry

Taksonomi strawberry yaitu:

- | | |
|-----------------|---|
| a. Kingdom | : <i>plantae</i> (tumbuhan) |
| b. Subkingdom | : <i>tracheobionta</i> (tumbuhan berpembuluh) |
| c. Super divisi | : <i>spermathophyta</i> (menghasilkan biji) |
| d. Divisi | : <i>magnoliophyta</i> (tumbuhan berbunga) |
| e. Kelas | : <i>magnoliopsida</i> (berkeping dua/ dikotil) |
| f. Sub kelas | : <i>rosidae</i> |
| g. Ordo | : Rosales |
| h. Famili | : <i>rosaceae</i> (suku mawar-mawaran_ |
| i. Genus | : <i>fragaria</i> |
| j. Spesies | : <i>fragaria x ananassa</i> |

(wijoyo, 2008)



Gambar 1. buah strawberry (*fragaria x ananassa*)

3. Kandungan kimia

Polifenol (kelompok *Hydroxyl* pada cincin aromatik) merupakan mikronutrien yang banyak terdapat pada berbagai macam tanaman (Christine,

2004). Mikronutrien ini berfungsi sebagai antioksidan yang melindungi kerusakan sel-sel tubuh dari radikal bebas (Hamid, 2010). Polifenol dikelompokkan menjadi *Hydroxybenzoic acids*, *Hydroxycinnamic acids*, *Flavonoids*, *Stilbenes*, dan *Lignans*. Sedangkan *Flavonoid* dikelompokkan menjadi *Anthocyanin*, *Flavonols*, *Flavones*, *Flavanones*, *Isoflavones*, dan *Monomeric flavanols*. Strawberry banyak mengandung antosianin, setiap 100g strawberry mengandung antosianin sebanyak 30-150 mg antosianin (Christine, 2004).

Table 4. kandungan gizi strawberry per 100 gram berat buah yang dapat dimakan.

Kandungan gizi	Nilai satuan
Energi	37 kalori
Protein	0,8 gram
Lemak	0,5 gram
Karbohidrat	8,0 mg
Kalsium	28 mg
Fosfat	27 mg
Besi	0,8 mg
Vitamin A	60 SI
Vitamin B	0,03 mg
Vitamin C	60 mg
Air	89,9 gram

(Wijoyo, 2008)

4. Tempat tumbuh

Strawberry diperbanyak dengan biji dan bibit vegetatif (anakan dan stolon). Tanaman strawberry dapat tumbuh dengan baik di daerah dengan curah hujan 600-700mm/tahun. Strawberry adalah tanaman subtropics yang dapat beradaptasi dengan baik di dataran tinggi tropis yang memiliki temperatur 17-20 derajat celsius. Ketinggian tempat yang memenuhi syarat adalah 100-1500 meter di atas permukaan laut dan kelembaban udara adalah 80-90% (Wijoyo, 2008).

5. Spesies buah strawberry

Terdapat lebih dari 20 spesies fragaria diseluruh dunia. Kunci pengelompokan spesies strawberry adalah berdasarkan jumlah kromosomnya. Pembagian kelompok tersebut adalah:

- a. Spesies diploid: *fragaria daltoniana*, *F. iinumae*, *F. nilgerrensis*, *F. nipponica*, *F. nubicola*, *F. Vesca*, *F. viridis*, *F. yezoensis*.
- b. Spesies tetraploid: *Fragaria moupinensis*, *fragaria orientalis*.
- c. Spesies hexaploid: *fraharia moschata*
- d. Spesies oktoploid dan variannya: *Fragaria x ananassa*, *F. chiloensis*, *F. iturupensis*, *F. virginiana*.
- e. Spesies dekaploid dan variannya: *Fragaria A-Potentilla*, *fragaria A-vescana*.

6. Manfaat strawberry

Buah strawberry merupakan satu-satunya buah yang mempunyai biji dikulitnya, buah ini memiliki banyak khasiat dalam bidang kesehatan, yaitu:

- a. Antosianin, merupakan senyawa yang memberikan warna merah pada buah strawberry termasuk dalam komponen flavonoid (Wijoyo, 2008).
- b. Vitamin C, yang terkandung pada buah strawberry dipercaya akan mengurangi resiko kanker hingga 37%. Kandungan vitamin C dari buah strowbery juga dipercaya sudah mencukupi kebutuhan manusia akan vitamin C setiap harinya (wijoyo, 2008).
- c. Antioksidan, pada buah strowbery efektif mencegah proses oksidasi tubuh yang disahabkan oleh radikal bebas. sehingga mengurangi proses penuaan

- d. Zat astringent yang terdapat pada daun strawberry berkhasiat untuk menghentikan serangan diare (Wijoyo, 2008).
- e. Asam elagat yaitu senyawa fenol yang berpotensi sebagai antikarsinogen dan antimutagen. Senyawa ini juga berguna untuk meningkatkan daya tahan tubuh dan berguna sebagai anti virus (Wijoyo, 2008).

C. Hubungan hiperlipidemia dan antioksidan

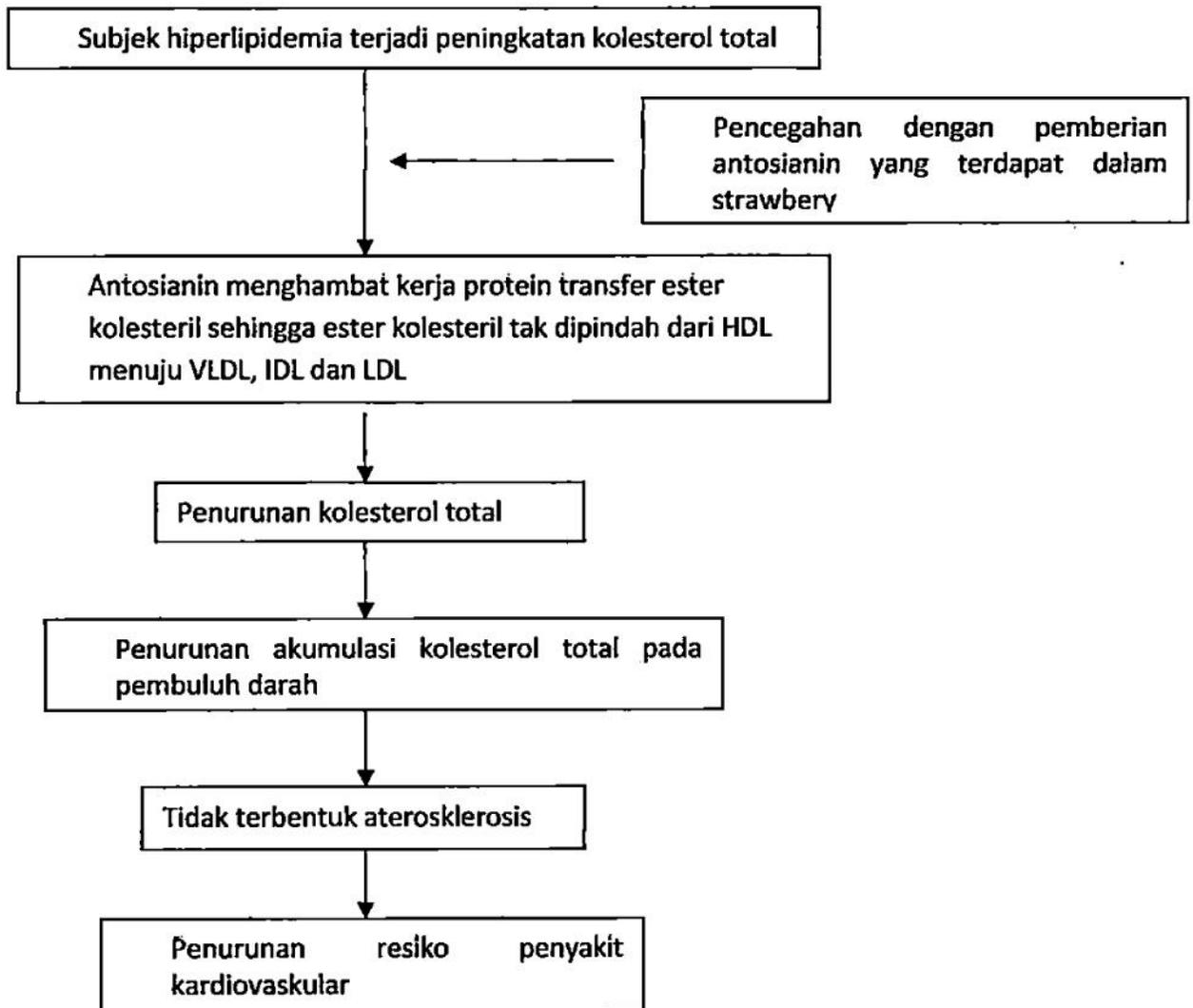
Hiperlipidemia ditandai dengan adanya peningkatan profil lipid yang akan menyebabkan akumulasi pada pembuluh darah sehingga akan menyebabkan terbentuknya plak dan akhirnya akhirnya akan terbentuk trombus. Hal ini akan meningkatkan munculnya penyakit kardiovaskular (Sylvia, 2006). Sudah dijelaskan bahwa penimbunan lipoprotein didalam tunika intima pada kondisi hiperlipidemia kronis akan menyebabkan fungsi endotel tertanggu, hal ini dapat dilihat adanya peningkatan pembentukan radikal bebas oksigen yang mendeaktivasi nitrat oksida yang merupakan faktor pelepas endotel utama. Perubahan kimiawi lemak yang dipicu oleh radikal bebas yang dihasilkan dalam makrofag atau sel endotel di dinding arteri akan menghasilkan LDL teroksidasi (termodifikasi). LDL teroksidasi ditangkap oleh makrofag melalui reseptor skavenger sehingga terbentuk sel busa, hal ini akan meningkatkan akumulasi monosit di tempat lesi dan merangsang pengeluaran faktor pertumbuhan serta sitokin. Hal tersebut akan menyebabkan terbentuknya plak. Apabila terjadi ruptur, maka akan terbentuk trombus yang merupakan hasil dari agregasi trombosit. Keseluruhan rangkaian diatas menjelaskan proses terjadinya penyakit kardiovaskular (Robbins 2007)

Antioksidan merupakan substansi penting yang terdapat banyak pada buah-buahan dan sayuran dapat mencegah penyakit kardiovaskular. Substansi ini melindungi sel-sel tubuh dari kehancuran yang disebabkan oleh radikal bebas. Secara umum, antioksidan dikelompokkan menjadi antioksidan primer (alami) dan antioksidan sekunder (sintetik). Antioksidan primer terdiri atas mineral antioksidan (seperti selenium, tembaga, besi, zink dan mangan), vitamin antioksidan (seperti vitamin C, E dan B) dan *phytochemical* yang merupakan komponen penolik (seperti *flavonoid* (banyak terdapat pada buah dan sayuran), *catechins* (terdapat pada the hitam dan the hijau serta sesamol), *carotenoids*, *beta carotene* (terdapat pada wortel), dan *lycopene* (terdapat pada tomat dan bayam). Sedangkan antioksidan yang didapatkan dari proses sintetik adalah *Butylated hydroxyl anisole* (BHA), *Butylated hydroxyrotolune* (BHT), *propyl gallate* (PG), *Metal chelating agent* (EDTA), *Tertiary butyl hydroquinone* (TBHQ) dan *Nordihydro guaretic acid* (NDGA) (Hamid, 2010). Salah satu antioksidan yang banyak terdapat pada buah strawberry adalah antosianin.

Antosianin yang termasuk dalam golongan *Flavonoid* ini akan menghambat protein transfer ester kolesterol. Protein ini berfungsi memfasilitasi pemindahan ester kolesterol dari *High Density Lipoprotein* menuju *Very Low Density Lipoprotein*, *Intermediate Density Lipoprotein* dan *Low Density Lipoprotein*, sehingga ester kolesterol tak dapat pindah dari HDL ke LDL, VLDL serta IDL, sehingga kadar kolesterol total dalam serum akan mengalami penurunan karena ester kolesterol yang ada akan dikeluarkan dari jaringan oleh HFM menuju hati untuk dikonversi menjadi asam empedu melalui proses

pengangkutan balik kolesterol (Yu Qin, 2009). Seperti yang telah dijelaskan, bahwa simpanan kolesterol pada sebagian besar jaringan tubuh adalah dalam bentuk ester kolesteril. Apabila banyak ester kolesteril yang diangkut oleh VLDL, IDL dan LDL maka akan banyak akumulasi kolesterol dalam pembuluh darah. Hal ini dikarenakan pada endotel pembuluh darah banyak mengandung reseptor LDL. Selain menghambat protein transfer ester kolesteril, antosianin dapat berikatan dengan radikal bebas sehingga radikal bebas menjadi tidak aktif. Sehingga akumulasi kolesterol bebas dalam pembuluh darah dapat berkurang, pembentukan LDL teroksidasi dapat dicegah dan tidak terbentuk aterosklerosis. Oleh karena itu, konsumsi buah-buahan dan sayuran yang banyak mengandung antioksidan dapat mencegah penyakit kardiovaskular (Robert 2001).

D. Kerangka konsep



Gambar.2 Kerangka Konsep

E. Hipotesis penelitian

Berdasarkan penjelasan diatas, maka dapat diambil hipotesis bahwa pemberian jus strawberry dapat menurunkan kolesterol total pada subjek