

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Tentang Kolesterol

Kolesterol adalah salah satu sterol yang termasuk dalam kelompok lemak yang terdapat dari luar tubuh berupa bahan makan (kolesterol eksogen) dan dibentuk di dalam tubuh (kolesterol endogen) (Situmeang, 2011).

Kolesterol adalah senyawa kimia yang secara alami diproduksi oleh tubuh dan struktural kombinasi lipid (lemak) dan steroid dan memiliki peran penting dalam pembentukan asam empedu, Vitamin D, Progesteron, Esterogen (estradiol, estron, estriol), Androgen (androsteron, testosteron), hormon glukokortikoid (kortisol) (Yovina, 2012).

Kolesterol merupakan lemak darah yang disintesis di hati serta ditemukan dalam sel darah merah, membran sel dan otot. Kira – kira sebanyak 70% kolesterol dikombinasikan dengan asam lemak serta 30% dalam bentuk bebas (Suprianto, 2014).

Kolesterol merupakan komponen esensial membran struktural semua sel dan merupakan komponen utama sel otak dan saraf. Kolesterol terdapat dalam konsentrasi tinggi dalam jaringan kelenjar dan di dalam hati dimana kolesterol disintesis dan disimpan. Kolesterol merupakan bahan pembentukan sejumlah steroid penting, seperti asam empedu, asam folat, hormon-hormon adrenal korteks, estrogen, androgen, dan progesterone. Sebaliknya kolesterol dapat membahayakan tubuh. Kolesterol bila terdapat dalam jumlah terlalu banyak di dalam darah dapat membentuk endapan pada dinding pembuluh darah sehingga

menyebabkan penyempitan yang dinamakan aterosklerosis. Bila penyempitan terjadi pada pembuluh darah jantung dapat menyebabkan penyakit jantung koroner dan bila pada pembuluh darah otak penyakit serebrovaskular (Almatsier, 2009)

Manfaat kolesterol non membran yang paling banyak dalam tubuh adalah untuk membentuk asam kolat di dalam hati. Sebanyak 80% kolesterol dikonversi menjadi asam kolat. Kolesterol berkonjugasi dengan zat lain membentuk garam empedu, yang membantu pencernaan dan absorpsi lemak. Sebagian kecil dari kolesterol dipakai oleh kelenjar adrenal untuk membentuk hormon adrenokortikal; ovarium, untuk membentuk progesteron dan estrogen; dan oleh testis untuk membentuk testosteron. Kelenjar-kelenjar ini juga dapat membentuk sterol sendiri dan kemudian membentuk hormon dari sterol tersebut. Sejumlah besar kolesterol diendapkan dalam lapisan korneum kulit. Hal ini bersama dengan lemak lainnya, membuat kulit lebih resisten terhadap absorpsi zat yang larut dalam air dan juga kerja dari berbagai zat kimia, karena kolesterol dan lemak lain sangat tidak berdaya terhadap zat-zat seperti asam lemak dan berbagai pelarut, yang bila tidak dapat lebih mudah menembus tubuh. Juga, zat lemak ini membantu mencegah evaporasi air dari kulit; tanpa proteksi ini jumlah evaporasi (seperti terjadi pada pasien yang kehilangan kulitnya karena luka bakar) dapat mencapai 5 sampai 10 liter setiap hari sedangkan kehilangan yang biasa hanya 300 sampai 400 mililiter (Guyton dan Hall, 2006).

2.1.1 Mekanisme Kolesterol dalam Darah

Kolesterol diabsorpsi setiap hari dari saluran pencernaan yang disebut kolesterol eksogen, suatu jumlah yang bahkan lebih besar dibentuk dalam sel

tubuh disebut kolesterol endogen. Pada dasarnya semua kolesterol endogen yang beredar dalam lipoprotein plasma dibentuk oleh hati, tetapi semua sel tubuh lain setidaknya membentuk sedikit kolesterol, yang sesuai dengan kenyataan bahwa banyak struktur membran dari seluruh sel sebagian disusun dari zat yang berstruktur dasar inti sterol ini (Guyton dan Hall, 2006).

Kolesterol di dalam darah beredar tidak dalam keadaan bebas, akan tetapi berada dalam partikel-partikel lipoprotein. Lipoprotein merupakan senyawa kompleks antara lemak dan protein. Dalam serum darah lipoprotein terdiri atas 4 jenis, yaitu :

1. Kilomikron (*Chylomicron*)

Kilomikron (*Chylomicron*) mengandung 96 % trigliserida; 1,7 % protein; 1,75 % kolesterol; dan 0,6 % fosfolipid. Kilomikron berfungsi sebagai pengangkut lemak dari usus ke tempat – tempat yang membutuhkan.

Lipoprotein yang kaya trigliserida ini memberikan nutrisi pada trigliserida dari usus ke jaringan setelah makan. Kilomikron membebaskan trigliserida ke jaringan melalui aktivitas enzim lipoprotein lipase pada jaringan kapiler. Ketika sebagian besar trigliserida telah dilepaskan, sisa – sisa kilomikron di alirkan ke hati dimana lipid dan kolesterol yang tersisa di ekskresikan dalam empedu atau dimasukkan dalam lipoprotein lainnya.

2. *Very Low Density Lipoprotein* (VLDL)

VLDL mengandung 60 trigliserida; 15 % kolesterol; 10 % protein; dan 15 % fosfolipid. VLDL berfungsi sebagai pengangkut trigliserida endogen dari tempat-tempat pembentukannya (mengangkut trigliserida dari hati) ke tempat yang membutuhkan.

3. *Low Density Lipoprotein (LDL)*

LDL mengandung 10 % trigliserida; 45 % kolesterol; 25 % protein; dan 20 % fosfolipid. LDL berfungsi mengangkut kolesterol dari sel yang satu ke sel lainnya dimana kolesterol tersebut diperlukan untuk pembentukan hormon sterol dan steroid. Komponen LDL adalah apolipoprotein B100 yang membantu partikel LDL berikatan dengan banyak sel, dan saat berikatan dengan permukaan sel akan ditelan dan kolesterolnya digunakan sebagai komponen struktural dari membran sel juga di konversi menjadi hormon steroid. LDL merupakan transpor kolesterol dan kolesterol ester yang utama dan menyumbang lebih dari separuh dari total lipoprotein dalam plasma dan merupakan kolesterol jahat karena cenderung melekat pada pembuluh darah dan menimbulkan plak.

4. *High Density Lipoprotein (HDL)*

HDL mengandung 3 % trigliserida; 18 % kolesterol; 50 % protein, dan 30 % fosfolipid. HDL berfungsi mengangkut kolesterol ke hati untuk didegradasi menjadi asam empedu dan dibuang dalam kantong empedu.

Protein ini membantu metabolisme lipid, regulasi komplemen, dan sebagai inhibitor proteinase. HDL sering disebut kolesterol baik karena dapat membuang kelebihan kolesterol jahat di pembuluh darah arteri kembali ke hati untuk di proses dan dibuang, juga mencegah kolesterol mengendap di arteri dan melindungi pembuluh darah dari proses aterosklerosis atau terbentuknya plak pada dinding pembuluh darah.

Dari 4 jenis lipoprotein tersebut, LDL yang mengandung kolesterol yang cukup tinggi, hal ini berarti bahwa dengan peningkatan kadar LDL di dalam darah

selalu disertai hiperkolesterolemia. Apabila kadar HDL di dalam serum darah rendah maka kolesterol yang di metabolisme relatif sedikit, sehingga banyak kolesterol yang tertimbun. Akibat penimbunan ini terjadi hiperkolesterolemia, dan lebih lanjut akan menjadi atherosclerosis, yaitu terjadi pengendapan kolesterol dan lemak lainnya pada dinding arteri, dan lebih lanjut akan terjadi pengerasan dinding arteri tersebut (Mathews, 2003).

2.2 Tinjauan Tentang Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.)

Lycopersicum esculentum Mill biasa dikenal dengan nama tomat. Tomat berasal dari daerah tropis Meksiko hingga Peru. Semua varietas tomat di Eropa dan Asia pertama kali berasal dari Amerika Latin yang dibawa oleh orang Spanyol dan Portugis pada abad ke-16. Saat ini, budidaya tomat modern dan tomat hibrida dapat tumbuh dengan baik pada iklim yang berbeda dari daerah asalnya. Klasifikasi botani tomat memiliki sejarah yang menarik, pertama kali tomat ditempatkan pada genus *Solanum* dan diidentifikasi sebagai *Solanum lycopersicon*. Walaupun telah diubah menjadi *Lycopersicum esculentum*, hal ini memiliki arti sederhana “dapat dimakan”. Tomat tumbuh di Amerika Tengah, Amerika Selatan, Eropa, Asia. Sebagian sentra penanaman tomat berada di daerah dengan kisaran ketinggian 1.000 - 1.250 meter di atas permukaan laut. Secara taksonomi tomat termasuk dalam klasifikasi sebagai berikut (Rukmana,1994) :

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Spermatophyta
Sub divisio	: Angiospermae
Klas	: Dicotyledoneae
Sub Klas	: Metaclamideae
Ordo	: Tubiflorae

Famili : Solanaceae
Genus : Lycopersicum
Spesies : *Lycopersicum esculentum* Mill



Gambar 2.1 Tomat (Sumber : Dokumen pribadi, 2017)

Buah tomat memiliki beberapa varietas. Buah tomat menurut bentuknya, dapat digolongkan menjadi: (1) Tomat Cherry (*Lycopersicon esculentum* Mill, var. *Cerasiforme* (Dun) Alef), bentuknya seperti kelengkeng; (2) Tomat Tegak (*Lycopersicon esculentum* Mill, var. *validum* Bailey); (3) Tomat Kentang atau Tomat Daun Lebar (*Lycopersicon esculentum* Mill, var. *grandifolium* Bailey); (4) Tomat Apel atau Pir (*Lycopersicon esculentum* Mill, var. *pyriforme* Alef); (5) Tomat Biasa (*Lycopersicon esculentum* Mill, var. *commune*). Beberapa perusahaan mancanegara mulai mengembangkan berbagai benih tomat hibrida, diantaranya jenis *Safira*, *Presto*, *Jelita*, *Mahkota*, *Arthaloka*, *Idola*, *Permata*, *Mitra*, *Artana*, *Pepe*, *Donna*, *Glory*, dan lain-lain (Pratiwi, 2009). Jenis tomat yang digunakan dalam penelitian ini adalah tomat biasa.

2.2.1 Kandungan Tomat

Buah tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) merupakan tanaman yang berasal dari keluarga Solanaceae, memiliki kandungan vitamin A dan C serta senyawa antioksidan yang baik untuk kesehatan terutama likopen. Tomat

mengandung alkaloid solanin, saponin, asam folat, asam malat, asam sitrat, flavonoid, protein, lemak, gula (glukosa dan fruktosa), adenin, trigolenin, kolin, tomatin, mineral (Ca, Mg, P, K, Na, Fe, sulfur dan klorin), vitamin (B1, B2, B6, C, E dan niasin) dan histamin. Tomat juga mengandung provitamin A, asam folat, kaumarin, serat dan beta karoten juga mengandung kelompok flavonol dan karotenoid. Kelompok flavonol seperti kaemferol, quercetin, myrisetin dan isohamnetin, sedangkan kelompok karotenoid seperti likopen (25-56%), fitoeten (10-12%), γ -karoten (10-11%), neurosporen (7-9%), fitofluen (4-5%), β -karoten (1-2%) dan sedikit lutein. Kadar likopen yang terkandung dalam tomat segar berkisar antara 3,1–7,7 mg/100 gram atau setara dengan 100 kali kekuatan vitamin E dalam menanggulangi radikal bebas. Selain itu, buah tomat juga mengandung serat makanan alami yang sangat baik bagi pencernaan manusia dan juga adanya protein dalam buah tomat menjadikannya buah yang sangat sarat gizi. Dalam 180 gram buah tomat matang, vitamin C yang terkandung sekitar 34,38 mg yang memenuhi 57,3% vitamin C dalam sehari. Kandungan seratnya mencapai 1,98 gram dan protein sebesar 1,53 gram (Ghafari dan Mojab, 2006).

2.2.2 Mekanisme Penurunan Kolesterol oleh tomat

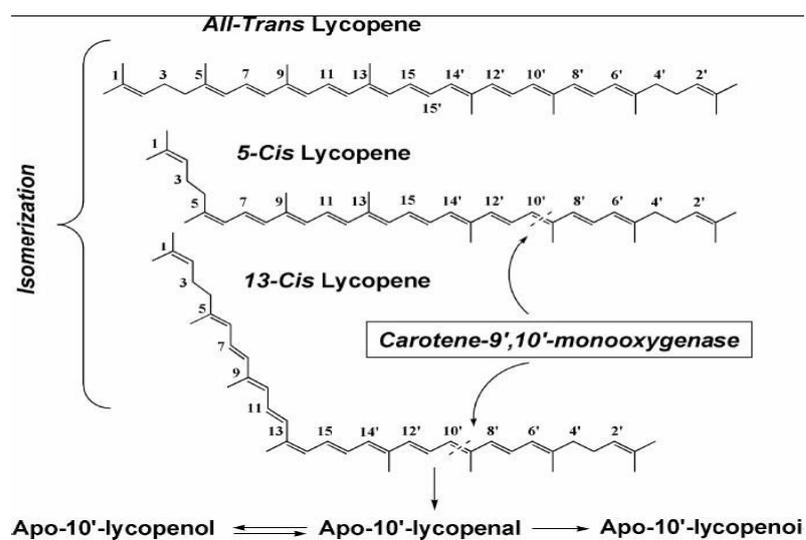
a. Likopen ($C_{40}H_{56}$)

Likopen merupakan pigmen berwarna merah. Likopen ditemukan pada buah dan sayuran, seperti tomat, semangka, anggur merah, pepaya, jambu merah, wortel, ubi merah, apel dan aprikot. Kandungan likopen paling banyak di tomat. Likopen merupakan hidrokarbon poliena dengan rantai asiklik tak jenuh dan mempunyai 13 ikatan rangkap, 11 di antaranya ikatan rangkap yang tersusun linier. Likopen mudah mengalami degradasi melalui proses isomerisasi dan oksidasi

karena pengaruh cahaya, oksigen, pemanasan, pengeringan, pengelupasan, penyimpanan dan pengasaman (Agarwal dan Rao, 2000).

Likopen adalah zat warna merah yang paling banyak terdapat pada buah tomat, yang dapat menyerang radikal bebas pemicu kanker dan menurunkan kolesterol. Aktivitas antioksidan dari ekstrak metanol buah tomat memiliki nilai IC50 sebesar 44,06 µg/ml lebih besar dari vitamin C yaitu 3,63 µg/ml (Agarwal dan Rao, 2000).

Likopen menghambat enzim CYP1A1, sehingga dapat menghambat timbulnya radikal bebas yang salah satunya adalah ROS (reactive oxygen species) dan pembentukan DNA adduct. Dengan mekanisme kerja tersebut, likopen dapat mengurangi kerusakan oksidatif pada lipid, lipoprotein, protein dan DNA serta terjadinya mutasi sel. Dhirhe et al (2010), telah membuktikan bahwa pemberian tomat 250 mg/kg pada mencit selama inisiasi DMBA (7,12-dimetil benz(α)antrasena) dapat mencegah perkembangan sel tumor pada kulit sebesar 84% (Agarwal dan Rao, 2000).



Gambar 2.2 Struktur Kimia dan Metabolisme Likopen dalam Tubuh (Agarwal dan Rao, 2000).

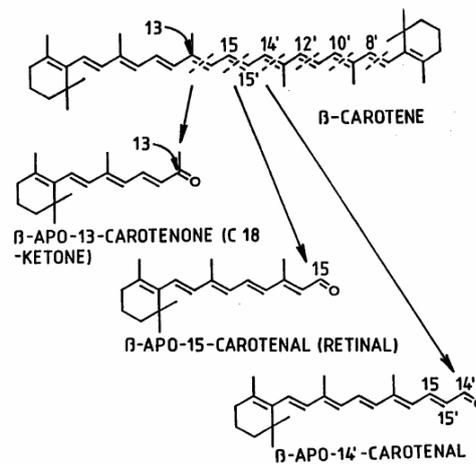
Metabolisme likopen dalam tubuh terjadi bersamaan dengan metabolisme lemak. Setelah lemak dicerna oleh enzim lipase pankreas di dalam duodenum dan diemulsi oleh garam empedu menjadi misel, misel yang mengandung likopen memasuki mukosa sel usus melalui difusi pasif. Setelah misel diserap oleh usus, likopen dibawa oleh kilomikron ke aliran darah melalui sistem limfatik. Likopen didistribusikan ke jaringan terutama melalui kolesterol LDL (Agarwal dan Rao, 2000).

Likopen sebagai agen hiperkolesterolemik terlibat pengaturan kadar kolesterol LDL melalui penghambatan enzim HMG-KoA reduktase. Penghambatan enzim tersebut menurunkan sintesis kolesterol dari mevalonat di hepar maupun penurunan sintesis kolesterol dari asetat di makrofag. Selain itu, likopen meningkatkan reseptor kolesterol LDL di hepar. Penghambatan enzim HMG-KoA reduktase dan peningkatan reseptor kolesterol LDL di hepar menurunkan kolesterol LDL (Agarwal dan Rao, 2000).

Likopen mengurangi tingkat LDL teroksidasi secara signifikan dalam studi konsumsi saus tomat, jus tomat. LDL teroksidasi ini yang dapat mengurangi patogenesis serangan jantung dan stroke (Ghafari dan Mojab, 2006).

b. Beta karoten ($C_{40}H_{56}$)

Beta karoten merupakan karotenoid hidrokarbon dengan rantai ujung berstruktur sikloheksena. Beta karoten adalah produk dari reaksi siklisasi rantai ujung asiklik likopen (Ghafari dan Mojab, 2006).



Gambar 2.3 Metabolisme dan Struktur β-karoten (Sumber : Ghafari dan Mojab, 2006).

Penyerapan beta karoten dipengaruhi oleh cantasentin dan garam empedu. Pengangkutan beta karoten melalui misel meningkatkan penyerapan usus sedangkan garam empedu memperlambat penyerapan beta karoten. Beta karoten meningkatkan aktivitas reseptor kolesterol LDL di makrofag dan menurunkan sintesis kolesterol di hepar (Ghafari dan Mojab, 2006).

c. Niasin (Vitamin B3)

Niasin berpengaruh secara tidak langsung terhadap kadar kolesterol LDL. Niasin menekan sekresi kolesterol *Very low Density Lipoprotein* (VLDL) di hepar melalui penurunan inhibisi aliran asam lemak bebas di jaringan adiposa. Keadaan tersebut mengurangi pembentukan kolesterol VLDL, IDL dan LDL (Rahayu, 2005). Apabila kolesterol VLDL menurun, maka kolesterol LDL akan menurun. Selain itu, niasin menurunkan trigliserida (Ghafari dan Mojab, 2006).

d. Narigenin (C₁₅H₁₂O₅)

Narigenin adalah flavonoid utama tomat. Kandungan kimia tersebut banyak ditemukan di kulit tomat. Narigenin secara simultan dibentuk bersamaan

dengan pematangan buah. Selain itu, narigenin masih ditemukan di daging tomat berbentuk glikosida (Verhoeven et al, 2001). Narigenin menurunkan sekresi ApoB dan kolesterol LDL melalui penghambatan enzim *Asil KoA Transferase* (ACAT) (Kurowska et al,2000). ACAT berfungsi mengubah kolesterol bebas di retikulum endoplasma menjadi ester kolesterol. Penurunan ACAT menurunkan sintesis ester kolesterol. Penurunan ester kolesterol menurunkan kolesterol LDL (Ghafari dan Mojab, 2006).

e. Esculeogenin A

Esculeogenin A merupakan senyawa sapogenol baru tomat. Berdasarkan penelitian Yukio et al (2007), esculeogenin A merupakan bentuk aglikon dari esculoside A karena esculeogenin A merupakan senyawa spirosolane tipe glikosida. Kandungan senyawa tersebut 4 kali lebih tinggi daripada likopen tomat. Manfaat utama esculeogenin A adalah penurunan kolesterol. Esculeogenin A menghambat esterifikasi kolesterol di makrofag dengan mekanisme penghambatan enzim ACAT-1 dan ACAT-2. Penghambatan ACAT menurunkan kadar kolesterol LDL (World Intellectual Organization, 2000).

f. Flavonol

Flavonol merupakan salah satu jenis Flavonoid. Flavonoid dalam tubuh manusia berfungsi sebagai antioksidan sehingga sangat baik untuk mencegah kanker. Manfaat flavonoid antara lain adalah untuk melindungi struktur sel, meningkatkan efektivitas vitamin C, anti inflamasi, mencegah keropos tulang, dan sebagai antibiotik.

Buah dan sayuran merupakan sumber utama flavonol. Flavonol menurunkan kolesterol LDL teroksidasi di makrofag. Ada lima macam flavonol

yang penting menurunkan insidensi penyakit jantung, seperti *quercetin*, *myricetin*, *kaemferol*, *rutin* dan *morin*. Flavonol tersebut secara in vitro menurunkan kolesterol LDL terglisosilasi. Flavonol ditemukan di kulit dan daging tomat. Quercetin paling banyak ditemukan di kulit tomat. Kaemferol ditemukan di seluruh daging buah, terutama pericarp maupun collumela dan ditemukan di kulit tomat. Quercetin dipecah oleh mikroorganisme usus di tubuh. Mekanisme *kaemferol* dan *myricetin* menurunkan kadar kolesterol LDL terjadi secara tidak langsung melalui penghambatan glikosilasi dan karbamilasi kolesterol LDL dan secara langsung menghambat enzim HMG Ko-A reduktase dan ACAT. Pada keadaan terglisosilasi, kolesterol LDL tidak dapat dikenali oleh reseptor kolesterol LDL di hepar sehingga kadar kolesterol LDL meningkat. Mekanisme langsung *quercetin* dan *rutin* menurunkan kolesterol LDL melalui penghambatan enzim sintesis kolesterol. Penghambatan HMG-KoA reduktase di hepar menurunkan sintesis kolesterol endogen. Keadaan tersebut menyebabkan peningkatan aktivitas pembentukan reseptor kolesterol LDL di hepar. Penghambatan ACAT di beberapa jaringan menyebabkan penurunan ester kolesterol. Kedua keadaan tersebut menurunkan kolesterol LDL (Ghafari dan Mojab, 2006).

2.3 Tinjauan Tentang Alpukat (*Persea Americana* Mill.)

Persea Americana Mill merupakan buah yang berasal dari amerika tengah dan meksiko, ditempat asalnya buah dinamakan ahuacat oleh bangsa Aztek dan pasukan Spanyol mulai masuk pada abad 16 dan memperkenalkan ke bangsa Eropa. Buah alpukat memiliki bentuk yang lonjong membulat, memiliki kulit

berwarna hijau tua sampai ungu kecoklatan, daging buah alpukat memiliki tekstur yang sangat lembut dan memiliki warna hijau muda. Tanaman ini diperkirakan masuk ke Indonesia pada abad ke-18. Secara resmi pada tahun 1920 – 1930 Indonesia telah memproduksi 20 varietas alpukat dari Amerika Tengah dan Amerika Serikat untuk memperoleh varietas unggul guna meningkatkan kesehatan dan gizi masyarakat khususnya di dataran tinggi (Prayoga, 2009)

Secara taksonomi Alpukat termasuk dalam klasifikasi sebagai berikut (Rukmana,1994) :

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Magnoliophyta
Klas	: Magnolipilihanda
Ordo	: Laurales
Famili	: Lauraceae
Genus	: Persea
Spesies	: <i>Persea Americana</i> Mill



2.4 Gambar Alpukat (Sumber : Dokumen pribadi, 2017)

2.3.1 Kandungan Alpukat (*Persea Americana* Mill.)

Alpukat menjadi sumber *vitamin A, C, E, K, vitamin B6, tiatamin, riboflavin, niasin (vitamin B3), quercetin, asam pantothenat, beta sitosterol, asam*

amino cystein, asam folat, selenium, magnesium, dan glutation, juga kaya akan serat dan asam lemak tak jenuh tunggal (Yuliarti, 2011).

Alpukat mengandung beberapa bahan aktif yang diduga dapat mencegah kenaikan kadar kolesterol dan trigliserida dalam darah, antara lain : asam oleat dan golongan MUFA (*Monounsaturated Fatty Acid*), PUFA (*Polyunsaturated Fatty Acid*), beta sitosterol, niasin (vitamin B3), pantethin (beta karoten), asam panthothenat, asam folat, asam amino, selenium, lutein, vitamin C, vitamin E, vitamin A dan serat (Haryanti, 2009).

Dalam alpukat terkandung lemak yang sangat tinggi, yaitu 71 – 88 persen dari kalori totalnya atau lemak 20 – 30 kali lebih banyak dibandingkan buah – buah lainnya. Prof DR Made Astawan MS, ahli teknologi pangan dan IPB menyebutkan, setidaknya ada 14,66 gram lemak per 100 gram buah Alpukat. Kandungan lemak ini memberikan energi yang cukup tinggi saat dikonsumsi. Didalam alpukat mengandung dua bentuk lemak tak jenuh yaitu lemak jenuh tunggal atau MUFA (*Monounsaturated Fatty Acid*) kadarnya mencapai 9,8 gram per 100 gram. dan lemak tak jenuh ganda yaitu *omega 3, omega 6, omega 9*. Jenis lemak yang termasuk golongan omega 9 adalah *asam oleat* yang dapat membantu menurunkan kolesterol dan menaikkan kadar HDL (Haryanti, 2009).

2.3.2 Mekanisme Penurunan Kolesterol oleh Alpukat

a. Omega-9 (asam oleat)

Daging buah alpukat mengandung 72,2% omega 9-asam oleat yang merupakan phytochemical yang memperlihatkan kemampuan mempengaruhi ketersediaan kolesterol plasma darah sehingga mempunyai efek pencegahan terhadap risiko arteriosklerosis, penyakit jantung dan stroke (Retnasari, 2000).

Asam oleat merupakan asam lemak golongan MUFA (*Mono Unsaturated Fatty Acid*) yang harus didapatkan dari luar karna tidak dapat disintesis oleh tubuh (asam lemak esensial). Asam lemak ini mempunyai struktur 18:1 D9 dengan rumus molekul $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{C}=\text{C}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ dan merupakan golongan omega-9 karena memiliki ikatan ganda pada posisi 9 dari ujung rantai. Keberadaan letak ikatan rangkap dalam struktur kimiawi asam lemak mengakibatkan adanya perbedaan konfigurasi bentuk cis dan bila rangkapnya terletak pada sisi yang sama pada gugus hidrogen maka disebut dengan konfigurasi Cis, sedangkan bila rangkapnya terletak disisi yang berlawanan maka disebut dengan konfigurasi trans. Asam lemak oleat dalam daging buah alpukat didominasi oleh konfigurasi Cis. Omega-9 asam oleat menekan sintesis kolesterol dengan cara mengurangi absorpsi lemak dan menyebabkan kolesterol serum darah berkurang dengan kata lain menekan sintesis kolesterol dengan konfigurasi cis yang dapat mengurangi absorpsi lemak juga melindungi kolesterol HDL dari oksidasi, sehingga tidak terjadi hambatan laju pengambilan kolesterol pada jaringan (Haryanti, 2009).

Peningkatan kadar HDL kolesterol karena adanya omega-9 asam oleat dalam buah alpukat menyebabkan disposisi lemak dalam tubuh dapat ditekan. Dalam buah alpukat terkandung banyak lemak, namun 90% asam lemak dalam alpukat tersebut adalah asam lemak tak jenuh yang memiliki fungsi sebagai bioregulator endogen (Retnasari, 2000).

Penurunan kadar kolesterol LDL karena alpukat mengandung omega-9 asam oleat yang berfungsi memberi sinyal transduksi pada membran sel sebagai dan fungsi pengatur, yaitu mempertahankan kelembaban membran sehingga mempertahankan fungsi reseptor LDL yang ada pada membran sel. Hal ini dapat

mempercepat siklus pengambilan kolesterol. Selanjutnya kolesterol LDL dari sirkulasi lebih banyak masuk ke dalam sel hati dan kolesterol LDL di dalam sirkulasi menjadi turun (Innis, 2000).

Jenis MUFA dalam alpukat yaitu *myristol*, *pentadecenoic*, *palmitol*, *heptadecenoic*, *eicosen*, *erucic* dan *nervonic*. MUFA dipercaya tidak meningkatkan kadar kolesterol total serum dikarenakan efek stimulasi ekskresi kolesterol ke dalam usus, stimulasi oksidasi kolesterol menjadi asam empedu, dan pergeseran kolesterol dari plasma ke jaringan karena laju katabolisme LDL akibat penambahan jumlah reseptornya (Yuliarti, 2011).

b. Beta sitosterol

Beta sitosterol (yang merupakan derivat dari phytosterol) dapat menurunkan kadar kolesterol darah dengan menghambat absorpsi kolesterol dan meningkatkan ekskresi kolesterol dalam darah (Yuliarti, 2011).

c. Asam pantothenat (vitamin B5)

Asam pantothenat (vitamin B5) dan asam folat yang berperan meredam kolesterol darah. Asupan asam pantothenat di dalam tubuh akan diubah menjadi pantethin yang akan bekerja menghambat enzim HMG Ko-A reduktase yang berperan penting dalam sintesis kolesterol, sehingga kolesterol darah menurun (Yuliarti, 2011).

d. Niasin (vitamin B3)

Kandungan niasin didalam buah alpukat turut membantu penurunan kadar kolesterol. Penurunan kolestrol oleh niasin dapat dilakukan dengan cara menghambat perombakan lemak jaringan, mengurangi pengambilan asam lemak bebas oleh hati dan meningkatkan pengeluaran kolestrol melalui getah empedu

menurunkan produksi VLDL, sehingga kadar LDL menurun yang akan berdampak pada menurunnya kadar kolesterol total serum. *Niasin* dapat meningkatkan kolesterol HDL dengan cara menurunkan katabolisme ApoA-1 yang merupakan penyusun utama HDL. Juga berperan dalam merangsang pembentukan hormon prostaglandin I₂ sehingga mencegah penggumpalan trombosit sehingga dapat memperkecil aterosklerosis (Yuliarti, 2011).

e. Asam amino

Asam amino dalam alpukat yakni triptofan yang merupakan prekursor utama niasin, metionin merupakan prekursor cystein dan ikatan mengandung sulfur lain, dimana cystein merupakan prekursor pembentuk pantethin, glisin mengikat bahan-bahan toksik dan mengubahnya menjadi bahan tidak berbahaya. Glisin juga digunakan dalam sintesis porfirin nukleus hemoglobin dan merupakan bagian dari asam empedu (Yuliarti, 2011).

f. Mineral (Selenium)

Kandungan selenium pada *Persea americana Mill* juga dapat menurunkan kadar kolesterol. Selenium berikatan dengan protein plasma membentuk kompleks selenoprotein yang merupakan golongan antioksidan. Kompleks ini berfungsi mencegah proses oksidasi LDL (Yuliarti, 2011).

g. Vitamin C

Vitamin C mempunyai efek membantu reaksi hidrosilasi dalam pembentukan asam empedu sehingga meningkatkan ekskresi kolesterol dan menurunkan kadar kolesterol total dalam darah. Kandungan vitamin C di dalam alpukat juga berperan dalam metabolisme kolestrol mempunyai efek membantu reaksi hidrosilasi dengan cara meningkatkan ekskresi kolesterol dan menurunkan

kadar kolesterol total dalam darah. meningkatkan laju kolestrol yang dibuang dalam bentuk asam empedu, meningkatkan kadar HDL dengan cara mengurangi kolestrol jahat LDL dan dapat berfungsi sebagai pelancar saluran pencernaan sehingga meningkatkan pembuangan kotoran, disamping itu dapat menurunkan absorpsi asam empedu dan konversinya menjadi kolestrol (Mustofa *et al*, 2005).

h. Quercetin

Quercetin memiliki aktifitas antioksidan untuk melawan radikal bebas dan dapat meningkatkan kadar kolesterol HDL dengan cara menekan jumlah LDL (Yuliarti, 2011).

i. Serat

Serat berguna untuk pencahar dan pengontrol kolesterol darah. Mekanisme serat dalam menurunkan kadar kolesterol yaitu dengan terjadinya peningkatan viskositas isi usus karena keberadaan serat larut air pada buah alpukat akan mengurangi absorpsi kolesterol yang berasal dari makanan yang dicerna (Yuliarti, 2011).

2.4 Efektivitas Tomat dan Alpukat

Tabel 2.1 kandungan gizi tomat dan alpukat dalam 100 gr (Whfoods.org) :

Kandungan Gizi	Tomat	Alpukat
Energi (Kal)	20	85
Protein (gr)	1,58	3
Serat (gr)	2,16	10,05
Lemak total (gr)	0,36	21,99
lemak tak jenuh tunggal (gr)	0,06	14,7
lemak tak jenuh ganda (gr)	0,15	2,72
lemak jenuh (gr)	0,005	3,19
Vitamin A (IU)	1499,4	219
Alfa karoten (µg)	181,8	38

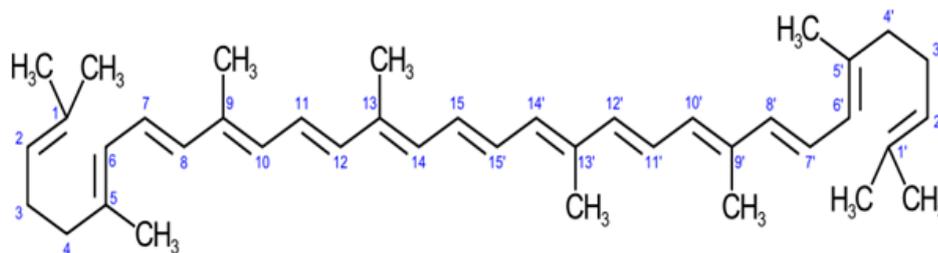
Beta caroten (µg)	808,2	93
Likopen (µg)	4631,4	0
Cryptoxanthin (µg)	0	0
Lutein and Zeaxanthin (µg)	221,4	406
Vitamin B1 (mg)	0,07	0,1
Vitamin B2 (mg)	0,03	0,19
Vitamin B3 (mg)	1,07	2,61
Vitamin B3/niasin (mg)	1,25	3,23
Vitamin B6 (mg)	0,14	0,39
Vitamin B12 (µg)	0	0
Folat (µg)	27	121,5
Asam Panthothenat (mg)	0,16	2,08
Vitamin C (mg)	24,66	15
Vitamin D (IU)	0	0
Vitamin E (IU)	0,97	4,63
Vitamin K (µg)	14,22	31,5
Natrium (mg)	9	10,5
Kalium (mg)	426,6	727,5
Besi (mg)	0,49	0,82
Kalsium (mg)	18	18
Klorida (mg)	108	9
Magnesium (mg)	19,8	43,5
Fosfor (mg)	43,2	78
Zink (mg)	0,31	0,96
Omega-3 (gr)	0,01	0,19
Omega-6 (gr)	0,14	2,51
MUFA		
Oleat (gr)	0	13,6
Myristoleic (gr)	0	0
Pentadecenoic (gr)	0	0
Palmitol (gr)	0	1,05
Heptadeconoic (gr)	0	0,01
Eicosen (gr)	0	0,04
Erucic (gr)	0	0
Nervonic (gr)	0	0
Asam Amino		
Alanin (gr)	0,05	0,16
Triptophan (gr)	0,01	0,04
Cysteine (gr)	0,02	0,04
Glycine (gr)	0,03	0,16

(Sumber : WHFoods.org, 2011)

2.4.1 Perbedaan Likopen dan omega-9 (asam oleat)

a. Likopen

Likopen mempunyai rumus kimia $C_{40}H_{56}$ dengan berat molekul 536,85 g/mol dan terdiri dari banyaknya ikatan rantai ganda yang saling berkonjugasi. Likopen merupakan hidrokarbon polien dengan rantai asiklik terbuka tak jenuh, mempunyai 13 ikatan rangkap; 11 diantaranya ikatan rangkap konjugasi yang tersusun linier dan tidak mempunyai aktivitas provitamin A. Di alam, dalam bentuk all-trans yang secara termodinamika merupakan bentuk yang stabil. Dengan pengaruh cahaya dan pemanasan bentuk all-trans dapat berubah menjadi isomer mono atau poli cis (Argawal dan rao, 2000).



Gambar 2.5 Struktur Likopen (Rao, 2002)

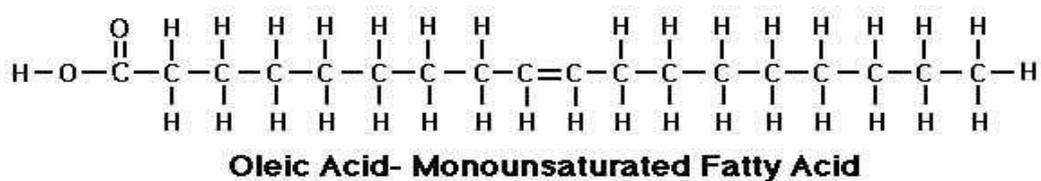
Metabolisme likopen terjadi bersamaan dengan metabolisme lemak. Di dalam duodenum setelah dicerna oleh lipase pankreas dan diemulsi garam empedu, misel yang mengandung likopen masuk kedalam mukosa sel usus melalui difusi pasif. selanjutnya dibawa kedalam aliran darah melalui sistem limfatik. likopen didistribusikan ke jaringan terutama melalui LDL (Argawal dan rao, 2000).

Likopen sebagai agen hiperkolesterolemik terlibat pengaturan kadar kolesterol LDL melalui penghambatan enzim HMG-KoA reduktase. Penghambatan enzim tersebut menurunkan sintesis kolesterol dari mevalonat di

hepar maupun penurunan sintesis kolesterol dari asetat di makrofag. Selain itu, likopen meningkatkan reseptor kolesterol LDL di hepar. Penghambatan enzim HMG-KoA reduktase dan peningkatan reseptor kolesterol LDL di hepar menurunkan kolesterol LDL (Agarwal dan Rao, 2000).

b. Omega-9 (Asam oleat)

Asam oleat mempunyai rumus kimia $C_{18}H_{34}O_2$ dengan berat molekul 280,45 g/mol. Asam lemak ini mempunyai struktur 18:1 D9 dengan rumus molekul $CH_3(CH_2)_7C=C(CH_2)_7COOH$, dan merupakan golongan omega-9 karena memiliki ikatan ganda pada posisi 9 dari ujung rantai dan bersifat hidrolisis, tidak stabil pada suhu kamar (Mayes, 2002).



Gambar 2.6 Struktur Asam Oleat (Mayes, 2002).

Keberadaan letak ikatan rangkap dalam struktur kimiawi asam lemak mengakibatkan adanya perbedaan konfigurasi bentuk cis dan trans. Asam lemak oleat dalam daging buah alpukat adalah didominasi oleh konfigurasi Cis. Konfigurasi cis dapat menghambat absorpsi kolesterol dalam intestinum dan strukturnya lebih stabil sehingga tidak mudah dioksidasi. Oksidasi asam lemak dapat menyebabkan kerusakan seluler seperti lipoprotein plasma, sehingga dapat menyebabkan LDL ter-oksidasi. Omega-9 asam oleat menekan sintesis kolesterol dengan cara mengurangi absorpsi lemak dan menyebabkan kolesterol serum darah berkurang dengan kata lain menekan sintesis kolesterol dengan konfigurasi cis yang dapat mengurangi absorpsi lemak juga melindungi kolesterol

HDL dari oksidasi, sehingga tidak terjadi hambatan laju pengambilan kolesterol pada jaringan (Haryanti, 2009).

2.4.2 Efektivitas

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mockhtar (2014) dengan menggunakan Jus Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill), rata-rata kadar kolesterol pada tikus putih wistar setelah diberi kuning telur adalah 85,37 mg/dl. Rata-rata kadar kolesterol pada tikus putih wistar setelah diberi Jus Tomat adalah 63,51 mg/dl. Rata-rata penurunan kadar kolesterol pada tikus putih wistar setelah perlakuan adalah 21,86 mg/dl.

Sedangkan pemberian 60 mg likopen tomat selama tiga bulan terhadap 30 orang, terjadi penurunan kepadatan plasma kolesterol LDL (*Low Density Lipoprotein*) pada pembuluh darah sebesar 13 persen (Silaste dkk, 2007).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wasikin dkk (2014) dengan menggunakan Jus Alpukat (*Persea Americana* Mill), rata-rata kadar kolesterol pada tikus putih wistar setelah diberi kuning telur adalah 85,72 mg/dl. Rata-rata kadar kolesterol pada tikus putih wistar setelah diberi Jus Alpukat (*Persea Americana* Mill) adalah 66,91 mg/dl. Rata-rata penurunan kadar kolesterol pada tikus putih wistar setelah perlakuan adalah 18,81 mg/dl.

Dari hasil penelitian, seorang yang mengonsumsi alpukat selama tiga bulan berturut-turut akan mengalami penurunan kadar LDL (*Low Density Lipoprotein*) sebesar 12 persen dan menaikkan HDL sebesar 11 persen.

2.5 Hipotesis

Ada perbedaan efektivitas jus tomat dan jus alpukat dalam menurunkan kolesterol mencit.