

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Profil Lipid

Profil lipid adalah suatu gambaran kadar lipid di dalam darah. Pemeriksaan kadar lipid dalam darah biasanya meliputi pemeriksaan kadar kolesterol LDL, trigliserida, serta penurunan kolesterol HDL. Pemeriksaan profil lipid ini sebaiknya dilakukan secara rutin setiap lima tahun sekali sejak usia 20 tahun. Hal ini dilakukan dalam upaya skrining atau pencegahan penyakit jantung koroner (Davidson & Palupati, 2020). Menurut *National Cholesterol Education Program Adult Treatment 111 (NCEP-ATP 111)* 2001, profil lipid yang baik dapat dilihat jika kadar kolesterol total <200 mg/dL, LDL (kolesterol jahat) <130 mg/Dl, HDL (kolesterol baik >45) dan TG <200 mg/dL . kadar lipid yang tidak normal mengindikasikan suatu kondisi yang disebut dislipidemia (Aman, 2021) .

Dislipidemia ditandai dengan meningkatnya kadar trigliserida, kolesterol total, kolesterol LDL serta menurunnya kadar kolesterol HDL. Kondisi dislipidemia ini biasanya tanpa gejala yang jelas. Beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadinya dislipidemia antara lain adalah merokok, aktivitas fisik, nutrisi dan obesitas. Kurangnya konsumsi buah- buahan, kacang-kacangan /biji-bijian, sayuran, atau terlalu banyak banyak mengonsumsi makanan yang banyak mengandung lemak jenuh akan meningkatkan risiko dislipidemia (Pappan & Rehman, 2022).

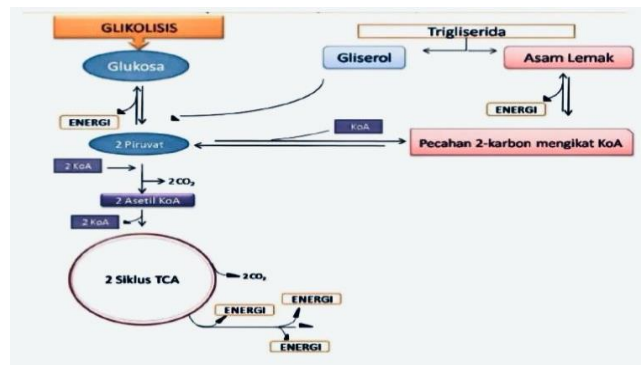
Lipid merupakan kelompok senyawa heterogen yang berkaitan dengan asam lemak, lipid disimpan sebagai penghasil energi. Lipid mempunyai struktur utama yang tersusun dari hidro karbon dan oksigen dengan sifat umum yaitu tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik. Lipid merupakan unsur makanan yang penting, tidak hanya karena nilai energi yang tinggi tetapi juga karena vitamin yang larut dalam bentuk lemak essensial yang dikandung dalam lemak makanan alam. Lipid mempunyai sifat fisik yang lebih penting dibanding sifat kimiawi tersedianya glukosa (F. A. Siregar & Makmur, 2020).

Tabel 2.1 Kadar Lipid dewasa dalam Darah (Aman, 2021)

Lipid	Normal (mg/dl)	Hati-hati (mg/dl)	Berbahaya (mg/dl)
Kolesterol total	<200	200-239	>240
Kolesterol LDL	<130	130-159	>160
Kolesterol HDL	<40	40-59	>60
Trigliserida	<200	200-400	>400

2.1.1 Metabolisme Lipid

Lipid yang penting dalam kehidupan adalah lemak-lemak netral (trigliserida), fosfolipid, atau senyawa sejenis, dan sterol. Triglicerida terdiri dari 3 asam lemak yang bekaitan dengan gliserol. Asam lemak adalah struktur membrane biologik yang penting sebagai sumber energi bagi jaringan otot bahkan pada keadaan cadangan trigliserida menjadi asam lemak dan gliserol. Kemudian asam lemak dan gliserol di transport ke jaringan aktif dimana keduanya di oksidasi dan menghasilkan energi. Gliserol sewaktu memasuki jaringan efektif segera di ubah menjadi gliserol 3 fosfat yang memasuki jalur glikolitik untuk pemecahan glukosa untuk menghasilkan energi. Sedangkan asam lemak sebelumnya melalui proses beta oksidasi menghasilkan acetyl coA yang masuk ke siklus krebs dan menghasilkan energi (F. A. Siregar & Makmur, 2020).



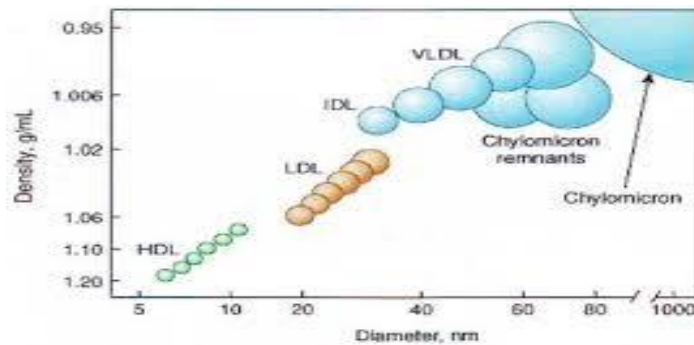
Gambar 2. 1 Metabolisme Lipid (F. A. Siregar & Makmur, 2020)

Triglyserida dapat disintesis dari asam lemak. Asam-asam lemak diaktifkan menjadi asil koA oleh enzim asil koA sintetase dengan memakai ATP dan koA. Dua molekul asil koA bergabung dengan gliserol 3 fosfat untuk membentuk 1,2

diasilgliserol fosfat (fosfatidat) yang terjadi melalui 2 tingkatan yaitu lisofosfatidat yang dikatalisis oleh gliserol 3 fosfat asiltransferase dan kemudian oleh 1 asil gliserol 3 fosfat asiltransferase. Fosfatidat dikonversi oleh fosfatidat fosfahidrolase menjadi 1,2 diasil gliserol. Dalam mukosa usus jalan monoasil gliserol ada dimana monoasil gliserol dikonversi menjadi 1,2 diasilgliserol. Kemudian asil koA berikut diesterifikasi ester. Jaringan kolesterol disintesis dari acetyl CoA dan dieliminasi dari tubuh sebagai kolesterol atau garam empedu lipoprotein mentransport kolesterobebas dalam sirkulasi, agar terjadi keseimbangan kolesterol pada lipoprotein dan membran.

2.1.1.2 Lipoprotein

Lipoprotein adalah kompleks makromolekul yang membawa lipid hidrofobik seperti trigliserida dan kolesterol dalam cairan tubuh seperti plasma dan limf. Lipoprotein berbentuk sferis dengan inti trigliserida dan kolesterol ester yang dikelilingi lapisan permukaan yang dibentuk oleh fosfolipid amfipatik dan sedikit kolesterol bebas dengan apoprotein. Sebagian besar lemak yang kita makan adalah trigliserida, yang diserap di usus setelah pencernaan oleh enzim lipase. Trigliserida ini dibawa ke jaringan adiposa dan otot dalam bentuk kilomikron untuk disimpan dan digunakan sebagai energi. Di dalam kilomikron, trigliserida dipecah oleh enzim lipoprotein lipase menjadi asam lemak bebas dan gliserol, yang dapat masuk ke dalam sel jaringan adiposa dan otot. Lipoprotein densitas rendah (LDL) ditangkap oleh reseptor dan dipindahkan ke dalam lisosom melalui endositosis. Di lisosom, LDL dipecah menjadi kolesterol dan komponen lainnya. Sintesis kolesterol diatur oleh umpan balik: jika reseptor jenuh dengan LDL, produksi kolesterol dalam sel terhambat. Jika LDL terlalu lama ada dalam plasma, makrofag dapat menangkapnya yang bisa menyebabkan aterosklerosis (F. A. Siregar & Makmur, 2020).



Gambar 2. 2 Jenis lipoprotein berdasarkan densitas (Jim, 2014)

2.1.1.3 Kolesterol

Kolesterol merupakan salah satu komponen lemak atau zat lipid dan merupakan salah satu zat gizi yang sangat diperlukan oleh tubuh. Lemak adalah salah satu sumber energi yang memberikan kalori paling tinggi. Selain itu, lemak atau khususnya kolesterol merupakan zat yang paling dibutuhkan oleh tubuh dan memiliki peran penting dalam kehidupan manusia (Lestari *et al.*, 2020). Kolesterol secara terus-menerus dibentuk atau disintesis di dalam hati (liver). Sekitar 70% kolesterol dalam darah merupakan hasil sintesis di dalam hati, sedangkan sisanya berasal dari asupan makanan. Kolesterol juga merupakan bahan dasar pembentukan hormon-hormon steroid (Suarsih, 2020).

Kadar kolesterol yang berlebihan akan mudah melekat pada dinding sebelah dalam pembuluh darah. LDL yang berlebih melalui proses oksidasi akan membentuk gumpalan, yang jika gumpalan semakin membesar akan membentuk benjolan yang akan mengakibatkan penyempitan saluran pembuluh darah. Proses ini biasa disebut dengan aterosklerosis (Saputri & Novitasari, 2021).

2.1.1.4 LDL (*Low Density Lipoprotein*)

LDL (*Low Density Lipoprotein*) adalah senyawa lipoprotein dengan berat jenis rendah. LDL adalah lipoprotein yang ada pada manusia dan berfungsi untuk mengangkut kolesterol ke jaringan perifer serta berguna untuk sintesis membran dan hormon steroid. Kandungan lemak jenuh yang tinggi membuat LDL mengapung di dalam darah. Kolesterol ini berbahaya sehingga sering disebut kolesterol jahat, LDL sangat kecil dan mudah masuk ke dinding pembuluh darah.

Ketika pembuluh darah seseorang rusak karena faktor risiko seperti usia, merokok, tekanan darah tinggi, dan kadar HDL yang rendah. Jika hal ini akan terjadi yang bisa menyebabkan penyakit kardiovaskular, itulah sebabnya LDL sering disebut kolesterol jahat (Mamonto *et al.*, 2022).

LDL mengandung 10% trigliserida dan 50% kolesterol, kadar LDL di pengaruhi oleh banyak faktor seperti kadar kolesterol dalam makanan, kandungan lemak jenuh, tingkat kecepatan ssintesis, dan pembuangan LDL serta VLDL dalam tubuh (Mamonto *et al.*, 2022).

2.1.1.5 Reseptor LDL

Reseptor LDL adalah glikogen protein yang terdapat pada permukaan hampir semua sel terutama hepatosit, dan berfungsi untuk mengikat lipoprotein yang mengandung apoB dan apoE, termasuk LDL, remnan kilomikron, VLDL, dan remnan VLDL. HDL yang kurang apoE tidak berinteraksi dengan reseptor LDL, melalui reseptor ini, sel dapat sel dapat mengambil kolesterol dari lipoprotein. ApoB-100 dan apoE pada lipoprotein mengikat reseptor LDL, dan protein Lp(a) ditemukan sebagai dimer yang berhubungan dengan apoB-100 dalam LDL.

Setelah peningkatan, kompleks lipoprotein reseptor diinternalisasi ke dalam sel, membentuk vesikel yang dilapisi clathrin yang kemudian menjadi endosom. Di dalam endosom lipoprotein dan reseptor dipisahkan , lipoprotein didegradasi dalam lisosom, sedangkan reseptor LDL kembali ke permukaan sel, kemudian disintesis dalam retikulum endoplasma kasar, yang dapat mengganggu fungsinya sehingga menyebabkan hiperkolesterolemia (Jim, 2014).

2.1.1.6 HDL (*High Density Lipoprotein*)

HDL (*High Density Lipoprotein*) merupakan salah satu lipoprotein yang ada dalam tubuh, yang memiliki ukuran dan komposisi yang heterogen. Lipoprotein ini memiliki densitas terbesar di bandingkan dengan lipoprotein lainnya karena mengandung proporsi protein dan lipid terbesar. Berdasarkan ukuran merupakan lipoprotein yang terkecil. HDL ini memiliki peran yang sangat penting dalam tansportasi baik kolesterol yang bertindak sebagai pembawa kolesterol kembali ke

hati. Secara efektif berfungsi dalam homeostasis dan metabolisme lipid (Erizon & Karani, 2020).

Kadar HDL yang rendah dapat mengakibatkan nekrosis dari selaput sel arteri. Nekrosis yang terjadi dapat menyebabkan gangguan pada endotel dan mengakibatkan munculnya pembengkakan pembuluh darah yang berukuran mikro atau mikroaneurisme (Yudianti, 2020).

2.1.1.7 Metabolisme HDL

Lipoprotein HDL mengalami remodeling dalam plasma oleh berbagai protein transfer lipid dan lipase. Protein transfer fosfolipid berefek pada transfer fosfolipid dari lipoprotein lain ke HDL. Setelah pertukaran lipid yang dimediasi CETP, HDL yang kaya trigliserida menjadi substrat yang lebih baik dari lipase hati, yang menghidrolisis trigliserida dan fosfolipid untuk menghasilkan *smaller* HDL. Enzim yang berperan yaitu *endothelial lipase* menghidrolisis fosfolipid HDL, dan menghasilkan *smaller* HDL yang dikatabolisme lebih cepat. Remodeling HDL mempengaruhi metabolisme, fungsi, dan konsentrasi HDL plasma (Jim, 2014).

2.1.1.8 Metode Pemeriksaan

1) Kolorimetrik enzimatik (CHOD-PAP)

Prinsip pemeriksaan kolesterol total menggunakan metode *cholesterol oxidase – paraaminoantipyrin* (CHOD-PAP) yaitu kolesterol dan asam lemak bebas oleh enzim esterase. Kolesterol yang terbentuk kemudian di ubah menjadi kolesten-4one-3 dan hydrogen proksida oleh enzim kolesterol oksidase. Hydrogen proksida yang dibentuk oleh kolesterol peroksidase dengan fenol dan 4 aminoantipyrin membentuk quinonemine berwarna merah muda. Intensitas warna dari zat warna yang terbentuk proporsional secara langsung dengan konsentrasi kolesterol. Ini ditentukan dengan mengukur peningkatan absorbansi. Panjang gelombang 505 nm (Anipah et al., 2023).

2) GPO-PAP (Gliseril Phospo Para Amino Phenazone).

Prinsip trigliserida dengan adanya enzim lipoprotein lipase (LPL) diubah menjadi gliserol dan asam lemak bebas. Gliserol yang terbentuk direaksikan dengan ATP dan bantuan enzim gliserol kinase menjadi gliserol-3-fosfat dan ADP. Gliserol-3-fosfat dioksidasi dengan bantuan gliserol fosfat oksidase menjadi dihidroksi aseton fosfat dan hidrogen peroksida. Hidrogen peroksida yang terbentuk mengoksidasi klorophenol dan 4-amino antipirin dengan bantuan enzim peroksidase membentuk quinoneimine yang berwarna merah muda.

3) Prinsip kerja HDL dan LDL dengan metode Enzymatic Colorimetric

Prinsip kerja metode enzimatik kolorimetri untuk mengukur kadar kolesterol HDL dan LDL adalah dengan mengubah kolesterol menjadi asam lemak dan kolesterol bebas.

Prinsip kerja metode enzimatik kolorimetri untuk mengukur kadar HDL dan LDL memiliki tahapan yang berbeda. Untuk HDL, pertama dilakukan presipitasi β -lipoprotein dengan menggunakan asam phosphotungstate-MgCl₂. Selanjutnya, reagen yang digunakan meliputi phosphotungstic acid, magnesium chloride, dan kolesterol sebagai larutan standar, yang digunakan untuk menghitung kadar HDL. Sementara itu, untuk LDL, metode enzimatik dimulai dengan pengendapan LDL menggunakan larutan heparin dan antrium sitrat. Kemudian, HDL dan VLDL dihilangkan secara spesifik melalui reaksi enzimatik. Setelah dilakukan sentrifugasi, diperoleh lapisan supernatan atau presipitat yang digunakan untuk menghitung kadar LDL kolesterol, dengan cara mengurangi kadar kolesterol total dari kolesterol yang ada dalam supernatan atau presipitat. Kolesterol HDL sering disebut sebagai kolesterol baik karena fungsinya mengangkut kelebihan kolesterol jahat (LDL) dari pembuluh darah kembali ke hati, sedangkan LDL disebut kolesterol jahat karena kemampuannya menempel pada dinding pembuluh darah, yang dapat menyebabkan penyempitan pembuluh dan meningkatkan risiko penyakit jantung.

2.2 Penyakit Jantung

Penyakit jantung merupakan suatu kondisi dimana adanya disfungsi pada kerja jantung, penyakit pada jantung banyak jenisnya seperti kardiovaskular, jantung koroner dan serangan jantung. Penyakit jantung disebabkan oleh beberapa faktor seperti pola hidup yang tidak sehat, kebiasaan merokok, begadang dan pola makanan yang tidak baik. Untuk menyembuhkan penyakit jantung terdapat banyak cara diantaranya adalah operasi dan khemoterapi. Deteksi penyakit jantung dapat dilakukan dengan cara konvensional seperti konsultasi dengan dokter spesialis jantung dan tes laboratorium sehingga biaya yang dikeluarkan relatif besar (Sepharni *et al.*, 2022).

2.2.1 Anatomi Fisiologi Jantung

Jantung merupakan organ vital dalam sistem kardiovaskular yang berfungsi untuk memompa darah ke seluruh tubuh. Dari segi anatomi, jantung terbagi menjadi empat ruang. Dua atrium (serambi) dan dua ventrikel (bilik), yang dipisahkan oleh katup-katup jantung. Katup-katup ini berperan penting dalam memastikan aliran darah berjalan searah serta mencegah terjadinya aliran balik. Kinerja jantung sebagai pompa ditentukan oleh kontraksi otot jantung, yang dikendalikan oleh impuls listrik yang berasal dari nodus sinoatrial (SA) dan nodus atrioventrikular (AV) (Tsuroyya *et al.*, 2025).

2.3 Penyakit Jantung Koroner

Penyakit jantung koroner merupakan suatu penyakit kardiovaskular. Penyakit jantung koroner adalah istilah untuk penyakit yang terjadi ketika dinding arteri koroner menyempit karena penumpukan lemak secara bertahap, penyakit ini asimtomatik pada tahap awal dan merupakan kelainankronis yang berkembang diam diam sepanjang hidup (Reza *et al.*, 2024).

Diagnosis penyakit jantung koroner dilakukan melalui anamnesis, pemeriksaan fisik, dan tes diagnostik, seperti elektrokardiogram (EKG), ekokardiografi, angiografi koroner, dan uji treadmill. Penangan penyakit jantung koroner bertujuan untuk mengurangi gejala, mencegah komplikasi, dan memperbaiki aliran darah. Pencegahan penyakit jantung koroner dapat dilakukan dengan menjaga makanan sehat, rutin berolahraga, menghindari kebiasaan

merokok, mengontrol tekanan darah, kadar gula darah dan kolesterol (Tsuroyya et al., 2025).

2.3.1 Jenis-Jenis Penyakit Jantung

1. Angina

Angina atau yang dikenal angina pectoris adalah kerusakan otot jantung karena kurangnya pasokan oksigen. Gejala bisa dirasakan seperti ketidaknyamanan didada, sesat ataupun sakit.

2. Penyakit Arteri Koroner (Jantung Bawaan)

Penyakit arteri koroner ini adalah kerusakan yang terjadi pada jantung karena gangguan pada arteri koroner yang fungsinya untuk menyuplai nutrisi, oksigen dan darah pada jantung.

3. Aritmia

Denyut jantung yang tidak normal akibat ada kerusakan pada otot jantung dan bisa disertai dengan rasa berdebar-debar.

4. Kematian otot jantung (myocardial infarction)

Rasa sakit yang terjadi pada dada, yang terjadi akibat sebagian otot jantung mati. Biasanya hal ini terjadi akibat arteri koroner yang mendarahi jantung mengalami penyumbatan total.

5. Infark miokardium

terjadi akibat iskemia yang berlangsung lebih dari 30 hingga 45 menit. Kondisi ini dapat menyebabkan kerusakan seluler yang tidak dapat diperbaiki, yang berujung pada kematian otot jantung atau nekrosis. Bagian miokardium yang mengalami infark atau nekrosis akan kehilangan kemampuannya untuk berkontraksi secara permanen. Biasanya, infark miokardium lebih sering menyerang ventrikel kiri (Wongkar & Yalume, 2019).

2.3.2 Penyebab Penyakit Jantung Koroner

Faktor-faktor penyebab penyakit jantung adalah sebagai berikut :

1. Diet Tidak Sehat

Salah satu faktor yang dapat menyebabkan penyakit jantung adalah diet yang tidak sehat. Diet lemak jenuh, dan kolesterol yang mengakibatkan penyakit jantung. Selain itu, terlalu banyak kandungan garam dan makanan yang bisa menaikkan tekanan darah sehingga dapat lebih berpotensi terserang penyakit jantung.

2. Kurang Aktivitas

Kurang aktivitas fisik dapat menyebabkan, hal ini juga dapat meningkatkan kemungkinan memiliki kondisi medis lain yang merupakan faktor risiko, termasuk obesitas, tekanan darah tinggi, kolesterol tinggi, dan diabetes

3. Obesitas

Obesitas adalah kelebihan lemak tubuh. Obesitas dikaitkan dengan kadar kolesterol dan trigliserida yang lebih tinggi dan menurunkan kadar kolesterol baik. Selain penyakit jantung, obesitas bisa menyebabkan tekanan darah tinggi dan diabetes sehingga dapat menimbulkan risiko terserang penyakit jantung.

4. Alkohol

Kebiasaan mengonsumsi alkohol bisa menaikkan kadar tekanan darah dan berisiko terkena penyakit jantung.

5. Merokok

Merokok dapat merusak jantung dan pembuluh darah, yang meningkatkan risiko kondisi jantung seperti aterosklerosis dan serangan jantung. Selain itu, nikotin meningkatkan tekanan darah dan karbon monoksida mengurangi jumlah oksigen yang dibawa oleh darah.

6. Tekanan Darah Tinggi

Tekanan Darah Tinggi merupakan faktor risiko utama penyakit jantung. Tekanan darah tinggi adalah kondisi medis yang terjadi saat tekanan di arteri dan pembuluh darah lainnya terlalu tinggi.

7. Kolesterol Tinggi

Kolesterol adalah zat berlemak, seperti lemak yang dibuat oleh hati atau ditemukan pada makanan tertentu. Jika mengonsumsi lebih banyak kolesterol dari pada yang dibutuhkan oleh tubuh, maka kolesterol ekstra

bisa menempel di dinding arteri, termasuk pada jantung. Hal ini menyebabkan penyempitan arteri dan bisa menurunkan aliran darah ke jantung, otak, ginjal, dan bagian tubuh lainnya.

8. Usia

Risiko penyakit jantung meningkat sering bertambahnya usia. Hal ini sudah menjadi wajar karena semakin bertambahnya usia maka semakin menurunnya kinerja organ tubuh manusia (Dona et al., 2021).

2.3.3 Upaya Pencegahan Penyakit Jantung Koroner

Upaya pencegahan penyakit jantung koroner meliputi tiga tahap, yaitu pencegahan primer, sekunder, dan tersier. Pencegahan primer dilakukan sebelum seseorang menderita penyakit jantung koroner, dengan tujuan untuk menghambat berkembangnya faktor-faktor penyebab penyakit ini. Salah satu upayanya adalah peningkatan kesadaran pola hidup sehat, seperti mengajarkan anak-anak untuk makan lebih banyak sayuran dan buah, menghindari makanan tinggi kolesterol dan rendah serat, serta rutin berolahraga setidaknya tiga hingga lima kali seminggu. Selain itu, pemeriksaan secara berkala juga penting, terutama bagi orang yang berusia di atas 40 tahun, untuk mendeteksi dini kondisi seperti tekanan darah tinggi, diabetes, atau dislipidemia. Pemeriksaan yang dianjurkan meliputi pemeriksaan fisik, elektrokardiografi (EKG), pemeriksaan laboratorium untuk gula darah dan kolesterol, serta treadmill test dan ekokardiografi. Pencegahan sekunder dilakukan pada individu yang sudah menderita penyakit jantung koroner, dengan tujuan untuk mencegah komplikasi lebih lanjut dan menjaga kualitas hidup penderita. Pencegahan ini mencakup pemeriksaan fisik secara teliti untuk menilai kemampuan jantung, pengendalian faktor risiko, pemeriksaan laboratorium rutin, dan ekokardiografi. Sedangkan pencegahan tersier bertujuan untuk mencegah komplikasi yang lebih berat atau kematian pada penderita yang telah mengalami kondisi jantung yang serius. Langkah-langkah ini meliputi rehabilitasi jantung, pemantauan medis berkelanjutan, serta pengelolaan kondisi untuk meningkatkan kualitas hidup penderita dan mencegah perburukan penyakit (Wongkar & Yalume, 2019).

2.3.4 Hubungan Penyakit Jantung Koroner dengan Lipid

Penyakit jantung koroner (PJK) mempunyai hubungan erat dengan kadar kolesterol dan lipid dalam tubuh. Kadar kolesterol dan lipid yang tinggi dalam tubuh merupakan salah satu faktor penting dalam proses patofisiologi terjadinya PJK. Kolesterol dibutuhkan oleh tubuh untuk menjaga integritas selular dan prekursor untuk hormon steroid dan asam empedu. Namun peningkatan jumlah kolesterol dalam darah dapat meningkatkan risiko untuk mengidap PJK (Reza *et al.*, 2024).

Hubungan antara kolesterol LDL dan PJK selama proses aterosklerosis, yang dimulai dengan kerusakan atau disfungsi endotel pada dinding arteri. Meningkatnya tingkat low-density lipoprotein (LDL) dapat menjadi penyebab potensial dari kerusakan endotel ini. Kadar LDL yang tinggi memungkinkan kolesterol yang diangkut oleh LDL untuk mengendap pada lapisan subendotelial, karena LDL bersifat aterogenik, atau zat yang dapat menyebabkan aterosklerosis. Ruang subendotelial ini tidak dilindungi oleh antioksidan yang cukup, sehingga LDL dapat dengan mudah masuk ke dalamnya (Setianingsih *et al.*, 2020).