

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Trigliserida

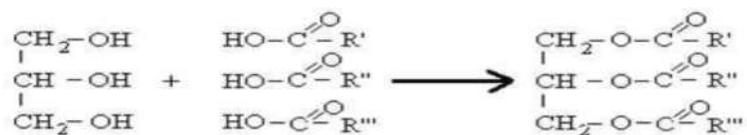
a. Pengertian trigliserida

Trigliserida adalah bentuk simpanan utama asam lemak. Trigliserida adalah ester trihidrat alkohol gliserol dan asam lemak. Mono- dan diasilgliserol, dengan satu atau dua asam lemak teresterifikasi dengan gliserol, juga ditemukan di jaringan. Senyawa-senyawa ini penting dalam sintesis dan hidrolisis trigliserida⁶.

Trigliserida merupakan salah satu fraksi lemak yang ada dalam makanan maupun darah kita. Trigliserida pada orang yang gemuk terdapat dalam bentuk “gajih”. Gajih tersebut bisa memiliki bobot puluhan hingga ratusan kilogram. Bagi orang kurus, kelebihan trigliserida disimpan di dalam darah⁷.

b. Struktur kimia

Trigliserida terdiri dari tiga asam lemak yang berikatan dengan gliserol. Rumus kimia trigliserida adalah $\text{RCOO-CH}_2\text{CH(-OOCR')-OOCR''}$, dimana R, R', R'' adalah rantai alkil⁸.

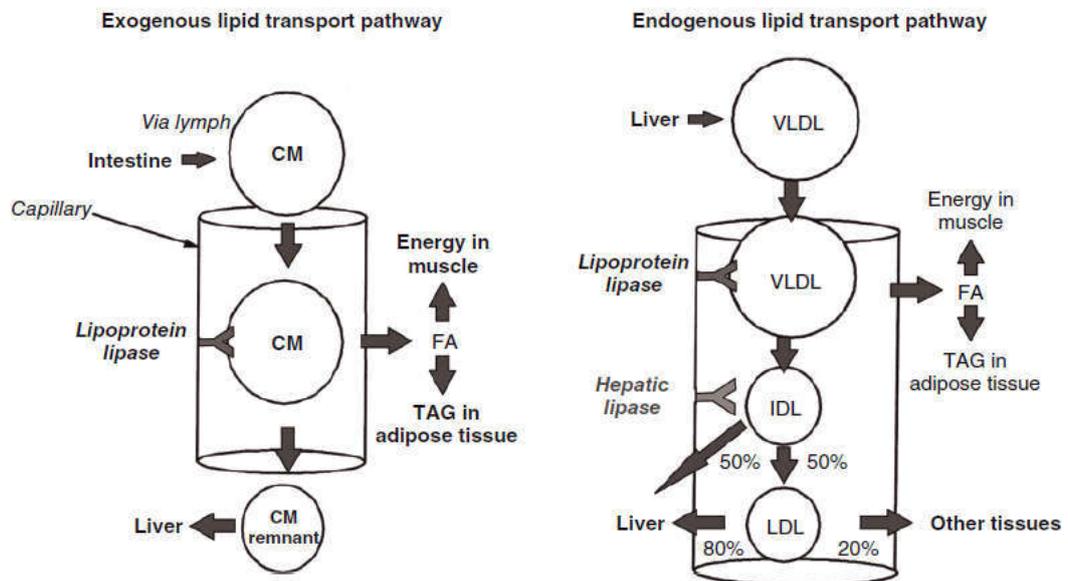


Gambar 1. Struktur kimia trigliserida (Wulandari, 2017)

c. Metabolisme trigliserida dalam tubuh

Metabolisme trigliserida dalam tubuh dibagi menjadi dua, yaitu jalur endogen dan jalur eksogen. Pada jalur endogen, hati mensintesis pembentukan trigliserida dan kolesterol kemudian diangkut secara endogen dalam bentuk VLDL (*Very Low Density Lipoprotein*). VLDL akan mengalami hidrolisis dalam sirkulasi oleh lipoprotein lipase, dimana kilomikron dihidrolisis menjadi IDL (*Intermediate Density Lipoprotein*). Partikel IDL tersebut kemudian diambil oleh hati dan dipecah menjadi produk akhir yaitu LDL yang akan diambil oleh reseptor LDL di dalam hati dan mengalami katabolisme. LDL ini berfungsi untuk menghantar kolesterol di dalam tubuh⁹.

Sintesis trigliserida selanjutnya yaitu pada jalur eksogen. Sintesis dimulai dengan trigliserida yang berasal dari makanan yang sudah berada dalam usus dikemas sebagai kilomikron. Kilomikron tersebut kemudian diangkut dalam darah melalui duktus torasikus (pembuluh utama yang mengumpulkan getah bening tubuh). Trigliserida dan kilomikron yang berada di dalam jaringan lemak akan dihidrolisis oleh lipoprotein lipase yang ada pada permukaan sel endotel sehingga terbentuk asam lemak dan kilomikron remnant. Kilomikron remnant adalah kilomikron yang sudah kehilangan trigliseridanya namun masih memiliki ester kolesterol. Asam lemak bebas akan masuk ke dalam jaringan lemak atau sel otot dengan cara menembus endotel kemudian mengalami oksidasi kembali atau diubah kembali menjadi trigliserida⁸.



Gambar 2. Metabolisme Triglicerida (Gibney dkk, 2009)

Sintesis trigliserida di dalam tubuh dapat dipengaruhi oleh beberapa hal seperti sumber energi dari karbohidrat yang sudah mencukupi maka asam lemak akan mengalami esterifikasi yaitu membentuk ester dengan gliserol menjadi trigliserid yang akan digunakan sebagai cadangan energi jangka panjang⁶. Tidak hanya karbohidrat yang mempengaruhi sintesis trigliserida. Sintesis trigliserida juga dipengaruhi *Growth Hormone* (GH), GH diketahui dapat meningkatkan aktivitas *Hormone Sensitive Lipase* (HSL) yang dapat memecah trigliserida menjadi asam lemak bebas di jaringan lemak¹⁰.

d. Fungsi trigliserida

Trigliserida di dalam tubuh memiliki fungsi sebagai lemak yang paling efisien untuk menyimpan kalor yang penting untuk proses-proses yang membutuhkan energi dalam tubuh seperti proses metabolisme. Trigliserida banyak terdapat dalam sel-sel lemak terutama 99% dari

volume sel. Trigliserida dapat diubah menjadi kolesterol, fosfolipid dan bentuk lipid lain, apabila dibutuhkan trigliserida juga dapat digunakan sebagai sumber energi. Trigliserida sebagai jaringan lemak juga mempunyai fungsi sebagai bantalan tulang-tulang dan organ-organ vital, melindungi organ-organ tersebut dari guncangan atau rusak⁸.

e. Kandungan lipid dalam berbagai lipoprotein

Molekul lipid harus berikatan dengan molekul protein (yang disebut dengan nama apoprotein dan sering disingkat dengan nama Apo) agar dapat larut dalam darah. Senyawa lipid yang berikatan dengan apoprotein disebut sebagai lipoprotein. Berdasarkan kandungan lipid dan jenis apoprotein yang terkandung maka dikenal lima jenis lipoprotein yaitu kilomikron, *very low density lipo protein* (VLDL), *intermediate density lipo protein* (IDL), *low-density lipoprotein* (LDL), dan *high density lipoprotein* (HDL)¹¹.

Tabel 1. Kandungan lipid dalam berbagai lipoprotein

Jenis lipoprotein	Jenis apoprotein	Kandungan lipid (%)		
		Trigliserida	Kolesterol	Fosfolipid
Kilomikron	Apo-B48	80-95	2-7	3-9
VLDL	Apo-B100	55-80	5-15	10-20
IDL	Apo-B100	20-50	20-40	15-25
LDL	Apo-B100	5-15	40-50	20-25
HDL	Apo-AI dan Apo-AII	5-10	15-25	20-30

Sumber: PERKENI, Tahun 2015

f. Klasifikasi kadar trigliserida

Menurut NCEP ATP III pada tahun 2001, kadar trigliserida dapat diklasifikasikan menjadi empat, yaitu:

Tabel 2. Klasifikasi kadar trigliserida

Kadar Trigliserida (mg/dL)	Klasifikasi
< 150	Optimal
150-199	Borderline
200-499	Tinggi
≥500	Sangat Tinggi

Sumber: NCEP ATP III, Tahun 2001

g. Dampak kelebihan trigliserida

Kelebihan trigliserida sama dengan kelebihan kolesterol yaitu berisiko terkena PJK. Perbedaannya yaitu, kelebihan trigliserida dapat mengganggu kerja pankreas sehingga dapat memicu keluhan nyeri ulu hati atau maag akibat lokasi yang berdekatan⁷.

Kadar trigliserida yang melebihi batas normal sering disebut sebagai hipertrigliseridemia. Risiko kejadian PJK akan meningkat apabila terjadi hipertrigliseridemia¹². Hipertrigliseridemia dibagi menjadi hipertrigliseridemia primer dan sekunder. Hipertrigliseridemia primer terjadi karena adanya kelainan genetik metabolisme lipid yang diwariskan, sedangkan hipertrigliseridemia sekunder disebabkan oleh berbagai kondisi seperti sindrom metabolik, obesitas, diabetes mellitus, konsumsi alkohol dan berbagai keadaan lainnya¹³.

2. Energi

a. Pengertian energi

Energi diperoleh dari zat gizi makro yang dikonsumsi yaitu karbohidrat, protein dan lemak. Sebagian zat-zat gizi makro sumber energi tersebut akan dipecah menjadi molekul yang lebih kecil seperti monosakarida, asam lemak bebas dan asam amino agar dapat digunakan oleh jaringan tubuh¹⁴. Nilai energi dari zat gizi makro yang dikonsumsi tersebut telah distandarkan dan dinyatakan dalam jumlah kalori yang dihasilkan. Satu gram karbohidrat akan menghasilkan energi sebesar empat kilo kalori (kcal) begitupula dengan protein, namun satu gram lemak akan menghasilkan energi sebesar sembilan kilo kalori¹⁵.

b. Pembentukan energi di dalam tubuh

Siklus krebs merupakan suatu cara untuk mengambil energi dari nutrient dan kemudian energi tersebut disimpan sebagai molekul ATP (Adenosin Trifosfat). Glukosa yang diperoleh dari karbohidrat melalui reaksi glikolisis akan dipecah menjadi asam piruvat. Asam piruvat adalah molekul senyawa dengan tiga atom karbon. Apabila sel membutuhkan energi dan oksigen yang tersedia cukup (aerob), maka satu atom karbon akan dilepaskan dari asam piruvat sebagai hasilnya yaitu asam asetat yang merupakan senyawa dengan dua atom karbon. Asam asetat yang dihasilkan kemudian akan berikatan dengan koenzim-A menjadi asetil Ko-A. Reaksi tersebut bersifat *irreversible* yang berarti asetil Ko-A tidak dapat diubah menjadi asam piruvat kembali. Namun, apabila oksigen

yang tidak tersedia dalam jumlah yang cukup (anaerob) maka asam piruvat akan diubah menjadi asam laktat. Asetil Ko-A yang terbentuk akan masuk ke dalam siklus krebs yang kemudian menghasilkan karbon dioksida dan air. Selanjutnya dalam tahap akhir oksidasi yang menghasilkan energi terbesar terjadi reaksi transpor elektron dimana atom hidrogen akan teroksidasi dan electron dipindahkan serta energi ditangkap kemudian disimpan sebagai molekul ATP¹⁶.

Lemak (trigliserida) akan dipecah menjadi gliserol dan asam lemak oleh enzim lipoprotein lipase. Gliserol sebagai senyawa tiga atom karbon akan diubah menjadi asam piruvat. Asam piruvat tersebut akan dioksidasi seperti proses oksidasi glukosa. Karena trigliserida mengandung gliserol dan tiga molekul asam lemak maka jumlah ATP yang dihasilkan melalui siklus krebs jauh lebih besar daripada glukosa akan tetapi juga membutuhkan oksigen yang lebih besar. Asam lemak dipecah menjadi senyawa dua atom karbon yaitu senyawa asetil melalui oksidasi-beta. Senyawa asetil tersebut kemudian berikatan dengan koenzim-A membentuk asetil Ko-A yang akan masuk ke siklus krebs¹⁶.

Sementara itu, protein dipecah menjadi asam-asam amino di dalam saluran cerna. Asam amino ini akan mengalami deaminasi di dalam sel yang kemudian menghasilkan amonia. Sebagian dari amonia tersebut digunakan untuk membentuk asam amino non-esensial sedangkan sebagian lainnya akan berikatan dengan karbon dioksida membentuk ureum. Terdapat dua jenis asam amino yaitu, asam amino glikogenik

yang akan diubah menjadi asam piruvat dan asam amino ketogenik yang akan diubah menjadi asetil Ko-A. Oleh sebab itu, asam amino dapat memasuki siklus krebs sebagai asam piruvat atau asetil Ko-A dan menghasilkan energi¹⁶.

c. Konservasi energi di dalam tubuh

Ada dua jenis konservasi energi dalam tubuh yaitu:

1) Glikogen

Glikogen disimpan di dalam hati dan otot, oleh karena itu ada gerakan glikogen hati dan glikogen rantai otot yang merupakan rantai glukosa. Pada saat puasa dimana tidak ada asupan karbohidrat maka glikogen akan dipecah, peristiwa itu disebut glukoneogenesis atau gluneo glikogeneoisis. Glikogen dalam keadaan normal mampu memenuhi kebutuhan selama 13 jam.

2) Jaringan adipose yang merupakan molekul trigliserida. Jaringan adipose dalam keadaan normal mampu memenuhi kebutuhan kalori selama 40 hari.

3. Protein

a. Pengertian protein

Protein merupakan molekul makro yang memiliki berat molekul antara lima ribu hingga beberapa juta. Protein terdiri dari rantai-rantai panjang asam amino yang terikat satu sama lain dalam ikatan peptide. Asam amino terdiri atas unsur-unsur karbon, hydrogen, oksigen dan

nitrogen; beberapa asam amino juga mengandung unsur lain seperti besi, fosfor, sulfur, iodium dan kobalt¹⁴.

b. Metabolisme protein didalam tubuh

Protein dipecah menjadi asam amino dan peptide melalui proses pencernaan. Proses pencernaan dimulai di dalam lambung dimana kombinasi pH lambung yang asam dengan enzim-enzim proteolitik akan memecah protein menjadi molekul-molekul polipeptida yang besar. Polipeptida ini akan masuk ke dalam duodenum dan selanjutnya dihidrolisis oleh enzim-enzim proteolitik pankreas menjadi peptida dan asam amino. Asam amino dan peptida tersebut kemudian akan masuk ke dalam sel-sel intestinal dan akan menghadapi tiga alternatif:

- 1) Dibangun menjadi protein struktural serta enzim-enzim spesifik yang dibutuhkan oleh sel tubuh oleh depot asam amino yang beredar.
- 2) Dikonversi menjadi asam amino yang lain.
- 3) Dioksidasi untuk menghasilkan energi.

Dalam beberapa keadaan, asam amino akan diubah menjadi glukosa kemudian urea yang terbentuk akan diekskresikan melalui ginjal¹⁷.

c. Fungsi protein

Protein merupakan bagian yang penting bagi semua jaringan tubuh. Protein memiliki fungsi sebagai berikut:

- 1) Protein menggantikan protein yang hilang dalam proses metabolisme normal dan proses pengausan normal.
- 2) Protein menghasilkan jaringan yang baru.

3) Protein diperlukan dalam pembentukan protein baru dengan fungsi khusus dalam tubuh seperti hormone, enzim, dan hemoglobin¹⁷.

d. Makanan sumber protein

Sumber protein yang baik dari segi kuantitas maupun kualitas yaitu bahan makanan hewani seperti susu, daging, unggas, ikan dan kerang. Sumber lainnya yaitu bahan makanan nabati seperti kacang-kacangan dan hasil olahannya seperti kacang kedelai, tahu dan tempe¹⁴.

e. Dampak kekurangan protein

Kekurangan protein dalam stadium yang berat dapat menyebabkan kwashiorkor pada balita. Terkadang kekurangan protein juga ditemukan bersamaan dengan kurangnya energi, sindroma gabungan antara kurang energi dan protein disebut *energy-protein malnutrition* (EPM) atau kurang energi protein (KEP) yang masih menjadi permasalahan di Indonesia¹⁴.

f. Dampak kelebihan protein

Makanan yang tinggi protein biasanya tinggi lemak sehingga dapat menyebabkan obesitas. Kelebihan asam amino dapat memberatkan kerja ginjal dan hati yang memetabolisme dan mengeluarkan nitrogen. Kelebihan protein dapat menyebabkan asidosis, dehidrasi, diare, kenaikan amoniak darah, kenaikan ureum darah dan demam¹⁴.

4. Lemak

a. Pengertian lemak

Lemak merupakan sumber energi yang dipadatkan. Lemak dan minyak terdiri dari gabungan gliserol dan asam-asam lemak (*fatty acid*). Lemak diemulsikan oleh getah empedu kemudian dicerna oleh enzim lipase pankreas. Setelah dicerna oleh enzim lipase tersebut lemak akan dimetabolisir untuk menghasilkan energi, disimpan di dalam jaringan adiposa, atau turut digunakan untuk membentuk sebagian jaringan tubuh¹⁷.

b. Metabolisme lemak didalam tubuh

Ada dua jalur metabolisme lemak menjadi energi yaitu melalui gliserol yang masuk ke dalam rantai glikolisis dan melalui oksidasi asam lemak membentuk Asetil KoA. Pada dasarnya lemak berasal dari kilomikron yang terdiri dari trigliserida, fosfolipid dan apoprotein sebagai pembawa dalam plasma. Pembentukan energi dimulai dari trigliserida yang berasal dari kilomikron dipecah menjadi gliserol dan asam lemak bebas oleh enzim lipoprotein lipase dari endothel. Kemudian gliserol akan masuk ke dalam rantai glukolisis menjadi gliserol fosfat dan kemudian menjadi asam piruvat. Sedangkan, asam lemak bebas akan masuk ke dalam sel setelah diaktifkan menjadi Asetil KoA, kemudian masuk ke mitokondria. Dalam mitokondria asam lemak yang telah aktif berkat Ko enzim A dipotong secara berturut-turut dengan melepaskan asetil KoA lalu masuk ke dalam siklus krebs¹⁷.

c. Fungsi lemak

Lemak memiliki beberapa fungsi yaitu:

- 1) Sebagai sumber energi untuk berbagai sumber aktivitas jaringan dan guna mempertahankan suhu tubuh. Satu gram lemak mengandung 9 kkal energi.
- 2) Ikut serta membangun jaringan tubuh.
- 3) Melindungi organ-organ tubuh.
- 4) Penyekatan atau isolasi untuk mencegah kehilangan panas tubuh dengan adanya jaringan lemak subkutan.
- 5) Perasaan kenyang, karena lemak dalam makanan akan mengakibatkan penghambatan peristaltik lambung dan sekresi asam sehingga menunda waktu pengosongan lambung dan mencegah timbulnya rasa lapar¹⁷.

d. Makanan sumber lemak

Bahan makanan yang menjadi sumber utama lemak adalah minyak tumbuh-tumbuhan (minyak kelapa, kelapa sawit, jagung dan sebagainya), mentega, margarine dan lemak hewan (lemak daging dan unggas). Sumber lainnya yaitu kacang-kacangan, biji-bijian dan daging, unggas, krim, susu, keju, kuning telur serta makanan yang dimasak dengan lemak atau minyak. Dalam berbagai daging, susu dan olahannya banyak mengandung asam lemak jenuh sedangkan dalam biji tanaman terdapat asam lemak tak jenuh ganda (*polyunsaturated fatty acid*)¹⁴.

Lemak jenuh dapat meningkatkan kadar kolesterol serum lebih tinggi dibandingkan dengan asam lemak tak jenuh ganda¹⁷.

e. Dampak kekurangan lemak

Kekurangan karbohidrat dan lemak dapat mengakibatkan depleksi jaringan karena protein yang berfungsi sebagai pembentuk jaringan tubuh berubah fungsi menjadi sumber energi¹⁷.

f. Dampak kelebihan lemak

Peningkatan konsumsi lemak bersama menurunnya tingkat konsumsi serat dapat meningkatkan insiden terjadinya aterosklerosis bahkan penyakit kanker. Selain itu, komposisi lemak yang dikonsumsi juga berpengaruh pada komposisi lemak yang terakumulasi yang disimpan sebagai trigliserida dalam jaringan lemak¹⁸.

Mengonsumsi makanan yang memiliki kadar asam lemak trans yang tinggi dapat memicu hipertrigliserida dan penyakit kardiovaskuler. Asam lemak trans ini terbentuk melalui pemanasan dari asam lemak yang mengalami hidrogenasi. Contoh pangan tersebut adalah margarine, *fast food*, kue, roti dan makanan yang diolah dengan cara digoreng¹⁹.

5. Karbohidrat

a. Pengertian karbohidrat

Karbohidrat merupakan sumber energi utama bagi manusia dan hewan oleh sebab itu karbohidrat memegang peranan yang sangat penting. Semua karbohidrat berasal dari tumbuhan. Karbohidrat dihasilkan melalui proses fotosintesis dimana klorofil tanaman dengan

bantuan sinar matahari mampu membentuk karbohidrat dari karbon dioksida (CO_2) yang berasal dari udara dan air (H_2O) dari tanah. Karbohidrat yang dihasilkan adalah karbohidrat sederhana glukosa selain itu juga dihasilkan oksigen (O_2) yang dilepas ke udara¹⁴.

b. Jenis karbohidrat

Karbohidrat diklasifikasikan menjadi beberapa golongan meliputi:

- 1) Monosakarida yaitu karbohidrat yang tidak dapat dihidrolisis atau dipecah menjadi karbohidrat yang lebih sederhana.
- 2) Disakarida merupakan produk kondensasi dua unit monosakarida contohnya laktosa, maltose sukrosa, dan trehalosa.
- 3) Oligosakarida merupakan produk kondensasi tiga sampai sepuluh monosakarida. Sebagian besar oligosakarida tidak dicerna oleh enzim dalam tubuh manusia.
- 4) Polisakarida merupakan produk kondensasi lebih dari sepuluh unit monosakarida, contohnya pati dan dekstrin yang mungkin merupakan polimer linier atau bercabang. Selain pati dan dekstrin, terdapat polisakarida nonpati yang tidak dapat dicerna oleh manusia dan merupakan komponen utama serat dalam makanan¹⁴.

c. Metabolisme karbohidrat didalam tubuh

Pencernaan karbohidrat dimulai di dalam mulut dengan amylase saliva yang menghidrolisis pati menjadi unit-unit yang lebih kecil dan sebagian menjadi disakarida yang kemudian juga akan dipecah menjadi heksose-heksose penyusunnya. Unit heksose tersebut diserap ke dalam

mukosa intestine seperti proses pemecahan disakarida dan diangkat dari tempat pemecahannya menuju ke hati melalui peredaran darah portal. Kelebihan intake glukosa akan dikonversi menjadi asam-asam lemak dan trigliserida oleh hati dan jaringan lemak. Trigliserida yang terbentuk dalam hati dibebaskan ke dalam plasma sebagai *Very Low Density Lipoprotein* (VLDL) yang akan diambil oleh jaringan lemak¹⁸.

d. Fungsi karbohidrat

Karbohidrat memiliki beberapa fungsi yaitu:

- 1) Sebagai sumber utama energi, karbohidrat menyediakan energi bagi tubuh. Satu gram karbohidrat dapat menghasilkan 4 kkal.
- 2) Pemberi rasa manis pada makanan.
- 3) Penghemat protein.
- 4) Pengatur metabolisme lemak.
- 5) Membantu pengeluaran feses, karena mengatur peristaltik usus dan member bentuk pada feses dengan adanya selulosa, hemiselulosa dan pektin¹⁴.

e. Sumber karbohidrat

Sumber karbohidrat adalah padi-padian atau sereal, umbi-umbian, kacang-kacangan kering dan gula beserta hasil olahan bahan-bahan tersebut. Bahan makanan hewani, sayur dan buah tidak banyak mengandung karbohidrat¹⁴.

f. Dampak kekurangan karbohidrat

Kekurangan karbohidrat mengakibatkan kurangnya glukosa yang tersedia untuk menghasilkan energi sehingga lemak akan digunakan hingga melampaui keadaan normal. Metabolisme lemak ini akan menghasilkan keton. Dalam keadaan tubuh yang kekurangan asupan karbohidrat, produksi keton akan meningkat secara cepat melebihi kecepatan ekskresinya sehingga keton tersebut akan terakumulasi dalam tubuh dan mengakibatkan suatu keadaan keracunan yang disebut ketosis¹⁷. Kekurangan karbohidrat dan lemak dapat mengakibatkan deplesi jaringan karena protein yang berfungsi sebagai pembentuk jaringan tubuh berubah fungsi menjadi sumber energi. Selain itu kekurangan energi dapat menyebabkan marasmus, sindroma kekurangan energi beserta protein dinamakan KEP¹⁴.

g. Dampak kelebihan karbohidrat

Ketika mengonsumsi KH terutama asupan energi yang bersumber dari KH murni maka akan terjadi peningkatan trigliserida dalam darah. Kelebihan KH akan diubah menjadi glikogen yang kemudian akan berubah menjadi asam lemak bebas yang selanjutnya terakumulasi dalam bentuk trigliserida di hati dan jaringan adiposa²⁰. Asupan karbohidrat yang berlebihan berarti asupan gula yang tinggi. Apabila asupan karbohidrat melebihi kebutuhan tubuh akan energi maka akan terjadi konversi karbohidrat menjadi lemak sehingga akan menimbulkan kegemukan atau obesitas¹⁷.

6. Aktivitas fisik

Aktivitas fisik merupakan pergerakan tubuh yang dihasilkan oleh kontraksi otot rangka sehingga secara umum dapat meningkatkan penggunaan energi. Aktivitas fisik mencakup bekerja, melakukan pekerjaan rumah tangga, aktivitas di waktu senggang dan transportasi. Sedangkan olahraga adalah gerakan tubuh yang terencana dan terstruktur serta dilakukan berulang-ulang untuk meningkatkan atau mempertahankan kebugaran fisik¹⁷.

Pengaruh aktivitas fisik terhadap parameter lipid terutama berupa penurunan trigliserida dan peningkatan kolesterol HDL. Olahraga aerobik dapat menurunkan konsentrasi trigliserida hingga 20% dan meningkatkan konsentrasi kolesterol HDL hingga 10%. Sementara itu, olahraga resisten hanya menurunkan trigliserida sebesar 5% tanpa pengaruh terhadap konsentrasi HDL. Efek penurunan kadar trigliserida dari aktivitas fisik sangat tergantung pada konsentrasi trigliserida awal, tingkat aktivitas fisik yang dijalani, dan penurunan berat badan²¹.

7. Kelebihan berat badan

Kegemukan merupakan kondisi tubuh dimana terdapat penumpukan lemak tubuh yang melebihi batas normal. Jumlah lemak dalam tubuh akan semakin meningkat seiring dengan bertambahnya usia karena melambatnya metabolisme dan semakin kurangnya aktivitas fisik. Kegemukan dapat diketahui dari hasil pengukuran IMT dibandingkan dengan standar IMT yang telah disepakati.

Tabel 3. Kategori IMT

	Kategori	Keterangan
Kurus	Kekurangan berat badan tingkat berat	<17,0
	Kekurangan berat badan tingkat ringan	17,0-18,4
Normal		18,5-25,0
Gemuk	Kelebihan berat badan tingkat ringan	25,1-27,0
	Kelebihan berat badan tingkat berat	>27,0

Sumber: Depkes, 2003

Timbunan lemak pada jaringan visceral (intra-abdomen) pada kegemukan atau obesitas akan menyebabkan hipertensi, peningkatan kadar insulin plasma, sindrom resistensi insulin, hipertrigliserida, dan hiperlipidemia¹². Setiap penurunan berat badan 1 kg berhubungan dengan peningkatan kolesterol HDL sebesar 4 mg/dL dan penurunan konsentrasi trigliserida sebesar 1,3 mg/dL²¹.

8. Merokok

Unsur utama yang terdapat dalam rokok yaitu nikotin. Nikotin dalam rokok dapat menstimulasi sistem simpatis adrenal sehingga menyebabkan peningkatan sekresi hormone katekolamin yang mengakibatkan peningkatan *lipolisis*. *Lipolisis* tersebut dapat menyebabkan peningkatan asam lemak bebas di dalam darah. Sebagian asam lemak ini akan digunakan oleh hati untuk membentuk triasilgliserol yang kemudian digunakan untuk membentuk VLDL. VLDL ini tidak disimpan di dalam hati namun disekresikan ke dalam darah sehingga menyebabkan konsentrasi dalam serum meningkat²².

Remaja laki-laki yang merokok lebih dari 5 batang per hari dan lebih dari 2 tahun dapat meningkatkan kadar kolesterol total, trigliserida dan LDL secara signifikan²³.

9. Konsumsi alkohol

Alkohol terbukti meningkatkan kadar trigliserida dan HDL pada banyak pasien, namun tidak mempengaruhi kadar LDL. Akan tetapi belum diketahui apakah ada efek proteksi terhadap PJK karena kadar HDL yang meningkat ini. *National Cholesterol Education Program* (NCEP) dan *American Heart Association* (AHA) tidak menganjurkan penggunaan alkohol sebagai perlindungan terhadap PJK karena pecandu alkohol terbukti terkait dengan tingginya kejadian PJK²⁴.

10. Penyakit

Penyakit-penyakit lain dapat mempengaruhi kadar kolesterol dan trigliserida. Beberapa penyakit yang terkait dengan peningkatan kadar trigliserida yaitu:

a. Diabetes Mellitus

Resistensi insulin yang terjadi pada jaringan lemak akan memperbesar peningkatan produksi pelepasan asam lemak. Pelepasan asam lemak akan merangsang produksi trigliserida dan VLDL apabila asam lemak ini terperangkap di dalam hati. Partikel trigliserida dan VLDL menempati posisi ikatan tempat enzim lipase bekerja sehingga menyebabkan enzim ini tidak dapat membersihkan lemak dan sebagai akibatnya waktu paruh trigliserida dalam plasma memanjang¹².

b. Penyakit Ginjal

Pada beberapa jenis penyakit ginjal, produksi LDL akan mengalami peningkatan dan pada beberapa penyakit ginjal yang lain pembuangan trigliserida dari darah menurun²⁵.

c. Sindrom Metabolik

Sindrom metabolik merupakan istilah yang digunakan ketika pengidap obesitas telah memiliki 3 dari 5 kriteria berikut ini¹²:

Tabel 4. Kriteria sindrom metabolik

Kriteria NCEP-ATP III	Kriteria WHO
Tiga dari kriteria berikut:	Disglisemia (DM tipe 2, gula darah puasa terganggu, toleransi glukosa terganggu, atau resistensi insulin) ditambah dengan 2 kriteria berikut:
Lingkar perut > 88 cm untuk perempuan dan >102 cm untuk laki-laki	BMI >30 dan atau rasio pinggang-pinggul >0,9 untuk laki-laki dan >0,85 untuk perempuan
Trigliserida \geq 150 mg/dl	Trigliserida \geq 150 mg/dl
HDL <40 mg/dl untuk laki-laki dan <50 mg/dl untuk perempuan	HDL <35 mg/dl untuk laki-laki dan <39 mg/dl untuk perempuan
Tekanan darah \geq 130/85 mmHg	Tekanan darah \geq 140/90 mmHg
Gula darah puasa \geq 110 mg/dl	Mikroalbuminuria (ekskresi albumin urin >20 μ g/menit), rasio albumin/kreatinin \geq 30 mg/g.

Sumber: Obesitas, Diabetes Mellitus dan Dislipidemia (Arisman, 2011)

11. Obat-obatan

a. Statin

Statin merupakan obat penurun lipid paling efektif untuk menurunkan kolesterol LDL dan terbukti aman tanpa efek samping yang berarti. Statin juga mempunyai efek meningkatkan kadar kolesterol HDL dan menurunkan kadar trigliserida. Berbagai jenis statin dapat menurunkan kolesterol LDL 18-55%, meningkatkan kolesterol HDL 5-

15%, dan menurunkan trigliserida hingga 7-30%. Mekanisme kerja statin adalah dengan menghambat kerja HMG-CoA reduktase. Efeknya dalam regulasi CETP (*cholesterol ester transfer protein*) menyebabkan penurunan konsentrasi kolesterol LDL dan VLDL. Di hepar, statin meningkatkan regulasi reseptor kolesterol LDL sehingga meningkatkan pembersihan kolesterol LDL. Dalam keadaan hipertrigliseridemia (tidak berlaku bagi normotrigliseridemia), statin membersihkan kolesterol VLDL²¹.

b. *Nicotinic acid*

Obat ini bekerja dengan cara menghambat enzim hormone sensitive lipase di jaringan adiposa, dengan demikian akan mengurangi jumlah asam lemak bebas. Asam lemak bebas yang ada dalam darah sebagian akan ditangkap oleh hati dan akan menjadi sumber pembentukan VLDL. Dengan menurunnya sintesis VLDL di hati, akan mengakibatkan penurunan kadar trigliserid, dan juga kolesterol LDL di plasma. Pemberian asam nikotinic dapat meningkatkan kadar kolesterol HDL. Efek samping yang paling sering terjadi adalah *flushing* yaitu perasaan panas pada muka bahkan di badan¹¹. Melalui obat ini kadar trigliserida dapat diturunkan hingga >50% sedangkan LDL >25%.

c. Fibrate

Terdapat empat jenis fibrate yaitu gemfibrozil, bezafibrat, ciprofibrat, dan fenofibrat. Obat ini menurunkan trigliserid plasma, selain menurunkan sintesis trigliserid di hati. Fibrat merupakan agonis dari

PPAR- α . Melalui reseptor ini, fibrat menurunkan regulasi gen apoC-III serta meningkatkan regulasi gen apoA-I dan A-II. Sintesis apoC-III yang berkurang akan menyebabkan peningkatan katabolisme trigliserida oleh lipoprotein lipase, berkurangnya pembentukan kolesterol VLDL, dan meningkatnya pembersihan kilomikron¹¹. Meningkatnya konsentrasi kolesterol HDL disebabkan oleh peningkatan regulasi apoA-I dan apoA-II. Sebuah analisis meta menunjukkan bahwa fibrat bermanfaat menurunkan kejadian kardiovaskular terutama jika diberikan pada pasien dengan konsentrasi trigliserida di atas 200 mg/dL²¹.

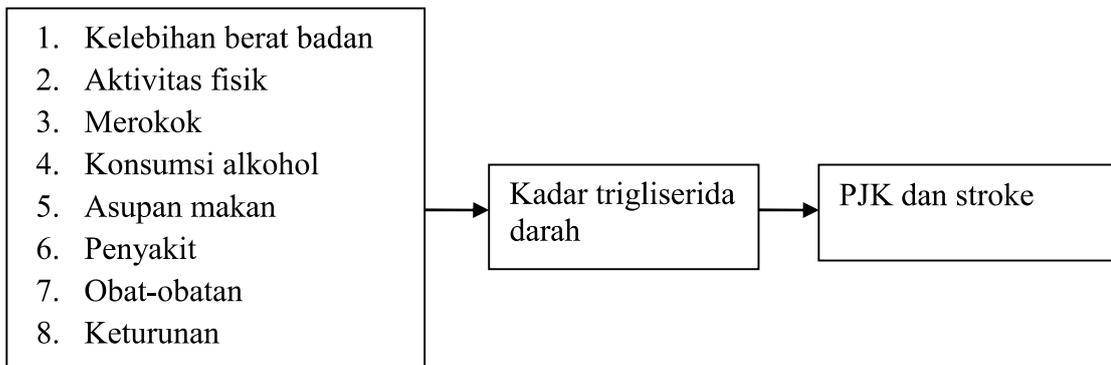
d. Resins atau Bile Acid Sequestrans

Bile acid sequestrans terdiri dari tiga jenis yaitu kolestiramin, kolesevelam, dan kolestipol. Bile acid sequestrans bekerja dengan cara mengikat asam empedu (bukan kolesterol) di usus sehingga menghambat sirkulasi enterohepatik dari asam empedu dan meningkatkan perubahan kolesterol menjadi asam empedu di hati. Dosis harian kolestiramin, kolestipol, dan kolesevelam berturut-turut adalah 4-24 gram, 5-30 gram, dan 3,8-4,5 gram. Penggunaan dosis tinggi (24 g kolestiramin atau 20 g of kolestipol) menurunkan konsentrasi kolesterol LDL sebesar 18-25%. Bile acid sequestrans tidak mempunyai efek terhadap kolesterol HDL sementara konsentrasi trigliserida dapat meningkat²¹.

12. Keturunan

Familial Hipertriglyceridemia (FHT) merupakan suatu penyakit dimana pasien memiliki kadar trigliserida dan VLDL sangat tinggi akibat keturunan. Pada kondisi ini LDL pasien tidak meningkat karena adanya kenaikan produksi VLDL. Akan tetapi, hati membuat partikel VLDL lebih banyak mengandung trigliserida dibandingkan dengan ukuran normal VLDL²⁶.

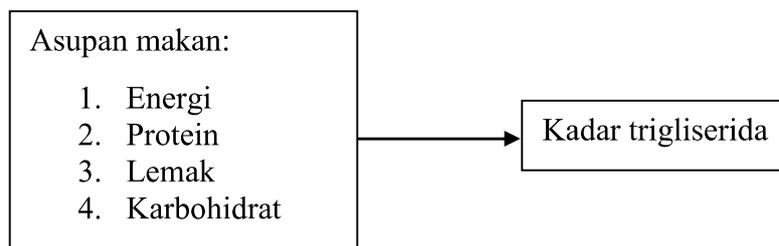
B. Kerangka Teori



Gambar 3. Modifikasi Kerangka Teori: *Serangan Jantung dan Stroke*

Hubungannya dengan Lemak dan Kolesterol (Soeharto, 2004)

C. Kerangka Konsep



Gambar 4. Kerangka Konsep

D. Hipotesis

1. Ada hubungan antara asupan energi dengan kadar trigliserida karyawan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.
2. Ada hubungan antara asupan protein dengan kadar trigliserida karyawan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.
3. Ada hubungan antara asupan lemak dengan kadar trigliserida karyawan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.
4. Ada hubungan antara asupan karbohidrat dengan kadar trigliserida karyawan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.