

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Obesitas

1. Definisi Obesitas

Obesitas didefinisikan sebagai manifestasi akumulasi lemak tubuh yang berlebihan karena jumlah makanan yang masuk ke dalam tubuh melebihi kebutuhan.¹ Sumber lain menyatakan bahwa obesitas merupakan suatu kelainan metabolisme energi dan pengaturan pola makan yang ditandai dengan adanya lemak yang berlebih di jaringan adiposa.¹⁶ Obesitas termasuk penyakit multifaktorial yang akan mengganggu kesehatan individu yang bersangkutan.¹⁷

2. Epidemiologi Obesitas

Saat ini lebih dari 250 juta orang di dunia menderita obesitas (IMT >25 kg/m²). Populasi Melanesia, Polinesia, dan Mikronesia di Kepulauan Pasifik merupakan populasi dengan angka obesitas tertinggi di dunia.¹⁶ Berdasarkan data Riskesdas tahun 2007 – 2013, terjadi perubahan yang fluktuatif pada prevalensi obesitas (IMT > 27) pada semua kelompok umur di Indonesia. Anak balita 12,2 persen (2007), 14 persen (2010), dan 11,9 persen (2013); usia 6-19 tahun meningkat dari 5,2 persen (2007) menjadi 5,9 persen (2010); orang dewasa dan usia lanjut meningkat dari 21,3 persen (2007) menjadi 22,8 persen (2010). Data Riskesdas 2013, laki-laki obesitas 19,7 persen dan perempuan 32,9 persen.⁴ Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah menuliskan dalam profil kesehatan Jawa Tengah tahun 2014 bahwa jumlah penduduk yang mengalami obesitas sebanyak 24.536 jiwa (20,72%) untuk perempuan dan 83 jiwa (0,07%) untuk laki-laki. Jumlah tersebut merupakan hasil penelitian terhadap 118.414 orang yang mengunjungi puskesmas.¹⁸

3. Etiopatogenesis Obesitas

Obesitas terjadi karena asupan energi yang masuk lebih banyak dari energi yang digunakan oleh tubuh.¹ Asupan energi yang berlebih tersebut akan disimpan di jaringan lemak dalam bentuk trigliserida. Keseimbangan energi di dalam tubuh ditentukan oleh asupan energi dan kebutuhan energi. Asupan energi yang dimaksud adalah asupan energi yang berasal dari zat penghasil energi yaitu karbohidrat, lemak, dan protein. Kebutuhan energi ditentukan oleh kebutuhan energi basal, aktivitas fisik, dan *thermic effect food* (TEF) yaitu energi yang diperlukan untuk mengolah zat gizi menjadi energi.¹⁹

Keseimbangan energi di dalam tubuh dipengaruhi oleh faktor dari dalam tubuh dan dari luar tubuh. Faktor dari dalam tubuh adalah regulasi fisiologis dan metabolisme yang dipengaruhi oleh genetik dan lingkungan. Faktor dari luar tubuh adalah gaya hidup (lingkungan) yang akan mempengaruhi aktivitas fisik dan asupan makanan. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa lingkungan lebih berpengaruh terhadap kejadian obesitas daripada genetik.¹⁹ Adapun beberapa faktor yang terlibat sebagai penyebab obesitas ialah sebagai berikut:

a. Perilaku dan Lingkungan

1) Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik yang rendah menekan pengeluaran energi dan memicu peningkatan berat badan.²⁰ Orang yang obesitas cenderung tidak makan berlebih tetapi “kurang gerak”. Rendahnya tingkat aktivitas fisik biasanya tidak disertai dengan penurunan asupan makanan.¹

2) Diet

Pemasukan energi dan komposisi makanan memiliki hubungan yang signifikan terhadap obesitas. Kelebihan asupan energi (*energy intake*) akan disimpan oleh tubuh dalam bentuk lemak. Tubuh manusia memiliki kemampuan menyimpan

lemak dalam jumlah yang tidak terbatas. Karbohidrat akan disimpan sebagai glikogen dalam jumlah yang terbatas dan selebihnya akan disimpan dalam bentuk lemak. Protein akan disimpan sebagai protein tubuh dan selebihnya akan disimpan dalam bentuk lemak, sedangkan lemak akan tetap disimpan sebagai lemak.¹⁹

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Dolores M (2010), perempuan dengan kualitas diet yang buruk (rendah asupan karbohidrat, serat, dan mikronutrien namun tinggi alkohol dan lemak) memiliki hubungan yang signifikan terhadap terjadinya kelebihan berat badan dan obesitas. Konsumsi protein yang tinggi memiliki hubungan positif dengan terjadinya *overweight* atau obesitas, pada keadaan ini sampel mengkonsumsi tinggi karbohidrat dan tinggi lemak.²¹ Faktor yang berpengaruh dari asupan makanan terhadap kejadian obesitas adalah porsi sekali makan, kuantitas, kepadatan energi dari makanan yang dimakan, frekuensi makan, jenis makanan, dan kebiasaan makan (makan di malam hari).^{19, 20}

3) Obat-obatan

Penggunaan beberapa obat terbukti dapat meningkatkan obesitas. Berikut adalah obat-obatan yang berpotensi meningkatkan berat badan:¹⁹

- a) Neuroleptik: Thioridazine, olanzepine quetiapine, resperidone, clozapine, dan ziprasodone.
- b) Trisiklik: Amitriptyline, nortriptyline, imipramine
- c) Tetrasiklik: Mitrazapine
- d) Selective serotonin reuptake inhibitors : Paroxetine
- e) Anti konvulsan: Valproate, carbamazepine, gabapentin
- f) Anti diabetes: Insulin, thiazolidinediones, sulfonyleurea
- g) Anti serotonin: Pizotifen

- h) Anti Histamin: Cyproheptidine
- i) -adrenergic blockers: Propanol, terazosin
- j) Hormon steroid: Contraceptives, glucocorticoids, progestational steroids

b. Regulasi Fisiologis dan Metabolisme

Regulasi fisiologis dan metabolisme di dalam tubuh manusia terdiri dari dua faktor, yaitu *controller* (otak) dan *controlled system/nutrient partitioning*. Controlled system yaitu organ selain otak yang mempunyai peran dalam penggunaan dan penyimpanan energi, contohnya: otot, saluran cerna, ginjal, hati, dan jaringan adiposa. Suara, bau ataupun rasa kecap dapat mengirimkan sinyal (*input*) yang akan merangsang otak. Otak akan mengeluarkan respon untuk mengaktifasi atau menghambat motor *system* dan memodulasi sistem saraf dan hormonal untuk mencari atau menjauhi makanan setelah otak menerima sinyal tersebut.¹⁹

Saluran cerna diketahui dapat mengeluarkan beberapa peptida yang dapat mempengaruhi otak dalam mengontrol asupan makanan. Beberapa peptida tersebut adalah *gastrin-releasing peptide*, neuromedin B, kolesistokinin, oksintomodulin, dan neuropeptida YY3-36 yang akan mengurangi asupan makanan. Pankreas mengeluarkan peptida yaitu amylin yang dikeluarkan bersamaan dengan dikeluarkannya insulin. Amylin akan menyebabkan otak menekan asupan makanan. Organ lain yang mengeluarkan peptida yang dapat menekan asupan makanan ialah gaster. Peptida yang dikeluarkan gaster adalah ghrelin.¹⁹

Tabel 2.1 Peptida yang Mempengaruhi Otak dalam Mengatur Asupan Makanan ¹⁹

Meningkatkan Asupan makanan	Menurunkan Asupan makanan
Agouti-related peptide	-Melanocyte stimulating hormone
Dynorphin	Corticotropon-releasing hormone
Norepinephrine	Serotonin
Endocannabinoid	Cholecystokinin
Ghrelin	Cocaine amphetamine-regulated transcript
Melinin-concentrating hormone	Leptin
Neuropeptide Y	Amylin
Orexin A	Polypeptide YY3-3/Oxyntomodulin

Tidak hanya peptida yang dapat mempengaruhi otak dalam mengontrol asupan makanan. Beberapa hormon dalam tubuh manusia dapat mempengaruhi otak dalam mengontrol asupan makanan, naik meningkatkan atau menurunkan asupan makanan. Salah satu dari hormon-hormon tersebut adalah histamin. Apabila sekresi histamin berkurang maka otak akan meningkatkan asupan makanan.¹⁹

Controlled system turut berperan dalam regulasi fisiologis dan metabolisme. Otak yang mengatur asupan makanan tetapi setelah zat gizi masuk ke dalam sel, maka *controlled system*-lah yang mengatur zat gizi tersebut. *Controlled system* akan menentukan apakah zat gizi tersebut akan diubah menjadi energi, diubah menjadi zat lain, atau disimpan sebagai cadangan makanan di sel adiposa. Pengaturan bagaimana nasib zat gizi tersebut ditentukan oleh kebutuhan sel dan tubuh. *Peroxisome proliferator activated receptor* (PPAR)- diketahui merupakan faktor transkripsi yang berperan dalam memperbesar cadangan lemak di jaringan adiposa.¹⁹

Berdasarkan teori sel adiposit (*Fat Cell Theory*), obesitas dapat dibagi menjadi dua kelompok yaitu (1) jumlah sel adiposit normal, tetapi terjadi hipertrofi; dan (2) jumlah sel meningkat/hiperplasi dan terjadi hipertrofi sel. Obesitas pada masa dewasa akan menyebabkan hipertrofi sel adiposit, sedangkan obesitas pada masa

anak-anak akan menyebabkan hipertrofi dan hiperplasi sel adiposit.¹⁷ Sel adiposit yang sudah terbentuk tidak akan hilang dengan penurunan berat badan dan pengurangan porsi makan. Trigliserida yang tersimpan dalam sel ini bisa saja hilang, tetapi sel adiposit akan tetap ada dan siap untuk terisi kembali. Orang dewasa memiliki 40 – 50 milyar sel adiposit. Sel-sel tersebut akan membesar pada awal terjadinya obesitas. Apabila sel-sel adiposit yang sudah ada terisi penuh kemudian orang yang bersangkutan terus mengonsumsi lebih banyak kalori daripada yang dikeluarkan, maka sel-sel adiposit baru akan terbentuk sehingga orang dewasa yang pernah mengalami obesitas memiliki risiko yang tinggi untuk menjadi obesitas.¹

Berikut ini adalah beberapa hal yang mempengaruhi regulasi fisiologis dan metabolisme dalam tubuh manusia:

1) Faktor genetik

Obesitas dikaitkan dengan berbagai mutasi gen. Banyak gen yang berhubungan dengan kejadian obesitas. Sebagian besar obesitas berhubungan dengan kelainan pada beberapa gen secara bersamaan. Mutasi gen-gen tersebut akan menyebabkan kelainan produksi neuropeptida/neurotransmitter yang mempengaruhi otak. Hal ini akan mempengaruhi respon otak, baik akan meningkatkan asupan makanan ataupun menghambat asupan makanan. Salah satu mutasi gen tunggal yang berkaitan dengan obesitas adalah mutasi pada gen leptin, reseptor leptin, reseptor melanocortin-4, pro-opiomelanocortin, dan pada gen PPAR- . Sangat besar kemungkinan bahwa penyebab obesitas tersebut bukan hanya pada suatu gen tunggal tapi adanya mutasi pada beberapa gen.¹⁹

2) Intrauterin *imprinting*

Keadaan fisiologis dan metabolisme setiap individu tidak lepas dari keadaannya ketika berada dalam masa intrauterin.

Malnutrisi yang dialami ibu hamil akan membuat anak yang dilahirkannya menjadi rentan untuk mengalami obesitas dan penyakit kardiovaskuler dikemudian hari. Malnutrisi pada ibu hamil akan menyebabkan malnutrisi pada janin yang dikandungnya. Janin yang mengalami malnutrisi akan menyebabkan terjadinya perubahan fisiologis dan metabolisme yang menetap.¹⁹

Malnutrisi saat janin ditandai dengan berat badan lahir kurang dari 2,5 kg (berat badan lahir rendah/BBLR). Anak dengan BBLR memiliki *lean mass* yang lebih sedikit dibandingkan dengan anak yang berat lahirnya normal. Peningkatan lemak tubuh dan *lean mass* akan terjadi seiring dengan pertumbuhan anak dengan BBLR, namun peningkatan lemak tubuhnya akan lebih cepat dari *lean mass*. Bahkan peningkatan lemak tubuh yang lebih cepat tetap terjadi pada saat asupan makanan tidak berlebihan, sehingga seseorang dengan riwayat BBLR memiliki risiko yang lebih besar terhadap obesitas (peningkatan lemak tubuh) daripada seseorang dengan riwayat berat badan lahir normal.¹⁹

4. Diagnosis Obesitas

Diagnosis obesitas dapat ditegakkan dengan beberapa metode. Berikut ini adalah beberapa metode yang dapat digunakan untuk mendiagnosis obesitas:²²

a. Indeks Massa Tubuh (IMT)

Obesitas dinilai dengan diagnosis antropometri yaitu indeks massa tubuh (IMT). Indeks massa tubuh (IMT) merupakan indikator yang paling praktis status gizi dan tingkat obesitas orang dewasa. Hubungan antara IMT dan lemak tubuh ditentukan oleh bentuk tubuh dan proporsi tubuh, sehingga IMT belum tentu memberikan hasil yang sama terhadap semua populasi. IMT bisa memberikan gambaran yang tidak sesuai karena variasi *lean body*

mass.²³ IMT merupakan sebuah teknik sederhana untuk memantau status gizi orang dewasa. (>18 tahun). IMT tidak dapat digunakan untuk mengukur status gizi bayi, anak, remaja, ibu hamil, atlet, penderita oedema, asites, dan hepatomegali. Indeks massa tubuh juga tidak cocok digunakan untuk menentukan status gizi pada lansia, orang dengan kelainan tulang belakang, orang dengan cacat fisik, wanita hamil, dan atlet. Rumus untuk menghitung IMT yaitu:¹⁶

$$IMT = \frac{B}{(T)^2}$$

Pengukuran berat badan dilakukan dengan menggunakan timbangan berat badan yang telah dikalibrasi. Timbangan harus diletakkan di permukaan yang datar dan keras. Hasil pengukuran berat badan harus dibandingkan dengan tinggi badan agar dapat diketahui apakah individu termasuk dalam batas berat badan normal atau gemuk atau bahkan kurus.²⁴

Pengukuran tinggi badan memerlukan lantai dan dinding yang datar. Individu yang diukur tinggi badannya harus berdiri tegak dengan bagian belakang kepala, bahu, dan bokong menyentuh dinding, kedua tumit saling bersentuhan rapat, bahu rileks, dan lengan di samping tubuh. Kepala tegak dengan pandangan lurus ke depan dan batas mata sebelah bawah sejajar dengan meatus austikus eksterna (*the Frankfurt plane*).²⁴

Berikut adalah klasifikasi berat badan lebih dan obesitas pada orang dewasa berdasarkan IMT menurut WHO Asia Pasifik.²⁵

Tabel 2.2 Klasifikasi IMT Menurut WHO untuk Asia Pasifik²⁵

Klasifikasi	IMT (kg/m ²)	Risiko Komorbiditas Lingkar Perut	
		< 90 cm (Laki-laki) < 80 cm (Perempuan)	90 cm (Laki-laki) 80 cm (Perempuan)
Berat Badan Kurang	< 18,5	rendah (risiko meningkat pada masalah klinis lain)	Sedang
Kisaran Normal	18,5 – 22,9		
Berat Badan Lebih	23,0	Sedang	Meningkat
Berisiko	23,0 – 24,9	Meningkat	Moderat
Obes Tingkat I	25,0 – 29,9	Moderat	Berat
Obes Tingkat II	> 30	Berat	Sangat berat

b. Lingkar Pinggang (*Waist Circumference*)

Pengukuran lingkar pinggang digunakan untuk mengukur jaringan lemak abdomen. Lingkar pinggang diukur untuk menentukan faktor risiko terhadap penyakit kardiometabolik.²² *Cut of point* lingkar pinggang sebagai penentu obesitas sentral di Asia Selatan adalah 90 cm untuk laki-laki dan 80 cm untuk perempuan.²⁶ Lingkar pinggang memiliki korelasi yang lebih kuat dengan pengukuran Dual Energy X-Ray Absorptiometry (DEXA) bila dibandingkan dengan Rasio Lingkar Pinggang Panggul (RLPP) dan *Skinfold Thickness*.²⁷

Metode pengukuran lingkar pinggang/perut menurut WHO ialah dengan menentukan batas bawah tulang rusuk terakhir dan batas atas *iliac crest* dengan cara palpasi, kedua batas tersebut ditentukan di masing-masing bagian tubuh yaitu kanan dan kiri. Setelah itu, dari kedua batas tersebut ditarik garis lurus dan ditentukan titik tengahnya di masing-masing bagian tubuh. Dua titik tengah yang ada di bagian tubuh kanan dan kiri digunakan untuk menentukan dimana harus meletakkan pita pengukur untuk mengukur lingkar perut. Selama pengukuran, pita pengukur harus dilingkarkan secara horizontal melewati kedua titik tengah yang sudah ditentukan sebelumnya, pita tidak boleh terlipat, dan pita

tidak boleh terlalu menekan kulit. Apabila perut responden membuncit ke bawah maka selama pengukuran pita pengukur juga harus melewati umbilikus. Pengukuran lingkar pinggang/perut dilakukan saat akhir ekspirasi normal dengan lengan responden berada di samping dan kaki rapat.²⁸

c. Rasio Lingkar Pinggang Panggul (RLPP)

Rasio Lingkar Pinggang Panggul (RLPP) digunakan untuk mengukur obesitas sentral. RLPP merupakan metode sederhana untuk menggambarkan perbedaan lemak di pinggul dan pinggang. RLPP berhubungan dengan peningkatan risiko penyakit jantung koroner. RLPP memiliki *cut of point* yang berbeda untuk tiap etnis. RLPP dikatakan obesitas sentral yaitu $> 0,9$ untuk laki-laki dan $> 0,8$ untuk perempuan.²⁷

d. Tebal Lipatan kulit (*Skinfold Thickness*)

Pengukuran tebal lipatan kulit dapat memprediksi total lemak tubuh dengan cara mengukur cadangan lemak di bawah kulit. Metode ini baik untuk digunakan dalam pengukuran lemak tubuh pada anak dan remaja. Pengukuran tebal lipatan kulit menggunakan alat yang disebut *caliper*. Teknik ini dapat digunakan di mana saja karena murah dan alatnya mudah digunakan.²⁷

e. *Bioelectric Impedance Analysis* (BIA)

Bioelectric Impedance Analysis (BIA) merupakan metode pengukuran komposisi tubuh menggunakan berat badan, tinggi badan, umur, dan jenis kelamin. BIA memperkirakan jumlah massa bebas lemak dengan merekam hambatan atau resistensi ekeltrik dengan frekuensi 50 kHz yang dialirkan pada tubuh. BIA sudah divalidasi untuk pengukuran massa lemak pada anak.²⁶ Pengukuran lemak tubuh menggunakan BIA lebih baik daripada menggunakan *Skinfold Thickness*.²⁷

f. *Underwater Weighing/Densitometry*

Metode *Underwater Weighing* ini disebut juga dengan *hydrostatic weighing*. Metode ini sangat akurat untuk menilai komposisi tubuh. Penilaian komposisi tubuh dilakukan dengan cara menimbang berat responden di dalam air dan menggunakan alat tertentu. Meskipun secara teori sederhana alat yang digunakan dalam metode ini sangat mahal dan cara pengukurannya seringkali membuat responden tidak nyaman.²⁷

g. *Air Displacement Plethysmography*

Pengukuran lemak tubuh menggunakan teknik *Air Displacement Plethysmography* atau Bod Pod memiliki akurasi yang hampir sama dengan teknik *Underwater Weighing* dan *Dual Energy X-ray Absorptiometri* (DEXA). Teknik ini sangat akurat namun tidak praktis karena alatnya sangat mahal dan tidak dapat dibawa kemana-mana. Bod Pod menggunakan alat seperti kapsul yang mengacu pada hukum *Boyle*. Alat ini menggunakan perbedaan densitas lemak tubuh dan densitas massa bebas lemak untuk menentukan persentasi lemak tubuh yang 'direndam' di dalam udara. Perhitungan dilakukan berdasarkan volume udara yang 'tumpah' dengan menggunakan hukum *Boyle*.²⁷

h. *Dilution Method/Hydrometry*

Hydrometry dilakukan dengan cara meminta responden meminum larutan isotop dan setelah 4 – 5 jam responden memberikan sampel cairan tubuh. Analisa sampel bertujuan untuk mengetahui level isotop yang akan digunakan untuk menghitung total cairan tubuh, massa bebas lemak, dan lemak tubuh. Metode ini aman digunakan, tidak terlalu mahal, dan cukup akurat, tetapi memerlukan tenaga ahli dalam pelaksanaannya.²⁷

i. *Dual Energy X-ray Absorptiometri (DEXA)*

Dual Energy X-ray Absorptiometri (DEXA) menggunakan sinar X yang dapat membedakan jaringan-jaringan di dalam tubuh.

Metode ini akan menunjukkan densitas massa bebas lemak, lemak tubuh, dan tulang. DEXA sangat akurat namun alat yang digunakan mahal dan tidak dapat dipindahkan. Metode ini tidak dapat membedakan jaringan lemak subkutan dan lemak visceral serta tidak dapat digunakan pada orang dengan indeks massa tubuh 35 kg/m^2 .²²

j. *Computerized Tomography (CT) and Magnetic Resonance Imaging (MRI)*

Kedua metode ini merupakan metode yang paling akurat untuk menentukan komposisi tubuh. CT-Scan dan MRI dapat digunakan untuk mengukur massa jaringan lemak, organ, dan tulang. Metode ini sangat mahal dan alat yang digunakan tidak dapat dipindahkan kemana-mana. CT-Scan dan MRI tidak dapat digunakan pada wanita hamil dan anak-anak karena pengaruh radiasinya.²²

5. *Diagnosis Banding Obesitas*

Obesitas karena masalah gizi harus dibedakan dengan obesitas karena beberapa hal di bawah ini:¹⁷

- a. Endokrinopati: Hiperinsulinisme, adrenokortikal, hipotiroid, defisiensi hormon pertumbuhan, polikistik ovarium, sindrom Prader-Willi, hipogonadisme, pseudohipoparatioidisme tipe I, dan sindrom cushing.
- b. Obesitas akibat kerusakan susunan saraf pusat oleh karena trauma, infeksi atau tumor, misalnya adanya kelainan pada hipotalamus menyebabkan obesitas post-encephalitis.
- c. Penggunaan obat depresi yaitu amitriptyline sering disertai dengan obesitas.
- d. Sindrom Alstrom-Hallgren, Sindrom Lawrence Moon Biedl, dan sindrom Turner, merupakan contoh kelainan genetik yang disertai dengan adanya obesitas, hipogonadisme, dan tubuh yang pendek.
- e. Sindrom lain: sindrom Carpenter dan sindrom Kohen.

6. Komplikasi Obesitas

Obesitas sangat erat hubungannya dengan sindrom metabolik, penyakit jantung koroner, dan stroke.²⁹

B. Diet

1. Definisi diet

Diet merupakan kebiasaan makan dan minum seseorang. Diet seseorang dapat sangat bervariasi setiap harinya. Nilai diet dikaji menggunakan ukuran energi dan kandungan gizi yang disesuaikan dengan *dietary reference values* (DRV). Komponen diet terdiri dari makronutrien dan mikronutrien.³⁰

2. Faktor yang mempengaruhi diet individu

a. Faktor biologi dan fisiologi

Faktor biologi dan fisiologi meliputi jenis kelamin, usia, masa kehamilan, masa laktasi, dan kondisi kesehatan tubuh.³¹

b. Faktor Ekonomi

Faktor ekonomi mempengaruhi daya beli seseorang terhadap varian makanan dan minuman. Jenis diet seseorang dengan ekonomi tinggi akan lebih bervariasi daripada seseorang dengan ekonomi rendah.³¹

c. Faktor sosial dan budaya

Faktor sosial dan budaya meliputi agama dan budaya. Perbedaan agama setiap orang mempengaruhi asupan makanannya karena setiap agama memiliki aturan tersendiri mengenai makanan yang boleh dan tidak boleh untuk dimakan. Budaya mempengaruhi asupan makanan karena faktor kebiasaan yang berbeda-beda di setiap tempat.³¹

d. Faktor pendidikan

Beberapa penelitian membuktikan bahwa ada hubungan antara pendidikan dan kualitas diet seseorang. Seseorang dengan pendidikan tinggi akan memiliki kualitas diet yang baik.³¹

e. Faktor makanan

Ketersediaan makanan di suatu tempat mempengaruhi diet seseorang. Variasi diet seseorang yang bertempat tinggal di suatu daerah akan berbeda dengan seseorang di daerah lain karena perbedaan makanan dan minuman yang tersedia.³¹

f. Faktor ekstrinsik

Seiring dengan berkembangnya zaman semakin banyak media yang mengiklankan makanan dan minuman dengan sangat menarik sehingga mempengaruhi asupan makanan orang yang melihatnya.³¹

3. Komponen Diet

a. Makronutrien

Makronutrien adalah makanan utama yang membina tubuh dan menghasilkan tenaga. Makronutrien terdiri dari 3 bagian utama yaitu lemak, protein, dan karbohidrat. Anjuran kisaran energi gizi makro bagi penduduk Indonesia adalah 5 – 15% energi protein, 25 – 35% energi lemak, dan 40 – 60% energi karbohidrat dengan penerapan yang disesuaikan dengan umur. FAO (2010) menyebutkan bahwa proporsi angka kecukupan lemak yaitu lemak jenuh 8% dan asam lemak trans 1% dari total energi.³²

Tabel 2.3 Angka Kecukupan Makronutrien per Hari³³

Kelompok Umur (tahun)	Karbohidrat (gram)	Protein (gram)	Lemak (gram)
Laki-laki			
16 – 18	368	66	89
19 – 29	375	62	91
Perempuan			
16 – 18	292	59	71
19 – 20	309	56	75

1) Protein

Protein merupakan senyawa organik kompleks yang tersusun atas unsur karbon, hidrogen, oksigen, dan nitrogen. Berdasarkan bentuknya, protein dapat digolongkan menjadi tiga, yaitu protein serabut (fibrous), protein globular, dan

protein konjugasi. Protein merupakan zat gizi dengan jumlah terbanyak di tubuh karena setiap sel yang ada di tubuh manusia mengandung protein. Semua enzim yang ada di tubuh manusia merupakan protein. Berbagai hormon di dalam tubuh merupakan protein atau setidaknya merupakan turunan protein. Protein tidak terdapat di dalam urin dan empedu.³⁴

Zat makanan yang merupakan sumber protein hewani diantaranya adalah daging sapi, daging ayam, daging ikan, susu, dan telur, sedangkan zat makanan yang mengandung protein nabati adalah kacang tanah, kacang kedelai, dan kacang hijau. Sebagian kecil protein terdapat di dalam beberapa sayur dan buah. Berikut ini adalah beberapa fungsi dari protein:³⁴

- a) Membentuk jaringan baru saat masa pertumbuhan
- b) Memelihara jaringan tubuh, termasuk memperbaiki dan mengganti jaringan tubuh yang rusak atau mati
- c) Menjaga keseimbangan air di intraseluler, ekstraseluler, dan intravaskuler
- d) Menjaga keseimbangan asam-basa tubuh
- e) Menyediakan asam amino untuk pembentukan enzim dan antibodi

Kebutuhan tubuh akan protein tidak dipengaruhi oleh tingkat aktivitas fisik. Hal-hal yang meningkatkan kebutuhan protein adalah pertumbuhan, kehamilan, laktasi, infeksi, dan penyakit yang diderita tubuh. Protein akan dipecah menjadi asam amino dalam pencernaan. Terdapat 8 – 10 asam amino yang berasal dari protein dan mutlak dibutuhkan oleh tubuh manusia untuk pemeliharaan dan pertumbuhan jaringan tubuh. Asam amino tersebut disebut asam amino esensial karena tidak dapat dibentuk di dalam tubuh. Asam amino non esensial merupakan asam amino yang dapat dibentuk di dalam tubuh. Asam amino esensial akan terbentuk melalui proses

transaminasi jika terdapat gugus amino dan vitamin B6. Berikut ini adalah penggolongan protein berdasarkan bentuknya: ³⁴

Tabel 2.4 Jenis Protein Berdasarkan Bentuknya ³⁴

Protein Serabut	Protein Globular	Protein Konjugasi
Kolagen	Albumin	Fosfoprotein
Elastin	Globulin	Metaloprotein
Kreatin	Histon	Lipoprotein
Miosin	Protamin	Nukleoprotein

Sedangkan klasifikasi asam amino berdasarkan bisa atau tidaknya dibentuk di dalam tubuh dibagi menjadi dua, yaitu: ³⁴

a) Esensial

Asam amino esensial merupakan asam amino yang tidak dapat dibentuk di dalam tubuh. Contoh dari asam amino esensial yaitu lysin, isoleusin, methionin, leusin, fenilalanin, triptofan, threonin, histidin, dan valin. ³⁴

b) Non esensial

Asam amino non esensial adalah asam amino yang dapat dibentuk di dalam tubuh. Contoh dari asam amino non esensial yaitu asam glutamat, asam aspartat, arginin, gliserin, setin, alanin, tyrosin, prolin, sistein, glutamin, dan asparagin. ³⁴

Protein akan dicerna menjadi asam amino, tripeptida, dan peptida. Pencernaan atau hidrolisis protein di lakukan di lambung dan usus halus. Berikut adalah tabel mengenai pencernaan protein di dalam tubuh manusia. ³⁴

Tabel 2.5 Pencernaan dan Absorpsi Protein³⁴

Saluran cerna	Pencernaan dan absorpsi
1. Mulut	Makanan akan dicerna oleh gigi dan bercampur dengan air ludah
2. Esofagus	Tidak ada pencernaan
3. Lambung	HCl lambung membuka molekul protein dan mengaktifkan enzim lambung. Protein akan diubah menjadi polipeptida, protease, dan pepton oleh pepsin.
4. Usus halus	Polipeptida akan diubah menjadi dipeptida, tripeptida, dan asam amino oleh enzim protease, enterokinase, tripsin, kimotripsin, karboksipeptidase, dan elatase. Hasil akhir ini akan diserap oleh mukosa usus halus menuju ke aliran darah.

Hasil akhir pencernaan protein terutama asam amino akan segera diabsorpsi dalam waktu 15 menit setelah makan. Absorpsi terutama terjadi di usus halus. Absorpsi asam amino berupa empat sistem absorpsi aktif yang membutuhkan energi, yaitu masing-masing untuk asam amino netral, asam amino asam basa, serta prolin dan hidroksiprolin. Asam amino diabsorpsi menuju sirkulasi darah yang akan dibawa ke sel-sel jaringan. Protein yang belum dicerna terkadang dapat memasuki mukosa usus halus dan muncul di dalam darah. Hanya 1% dari total protein yang dimakan ditemukan pada feses.³⁴

Defisiensi protein akan terjadi jika diet tidak dapat mencukupi kebutuhan energi atau protein atau kombinasi keduanya. Apabila asupan energi tidak mencukupi kebutuhan maka protein akan dihancurkan untuk menghasilkan energi. Defisiensi protein akan mengakibatkan pertumbuhan kerdil, rentan terhadap infeksi, pelisutan otot, edema, perlemakan hati, dan buruknya penyembuhan luka. Orang yang berisiko mengalami defisiensi protein yaitu orang dengan penghasilan rendah, vegetarian, dan atau mereka yang melakukan diet dalam waktu yang lama.³⁴

Asupan protein yang berlebihan tidak memberikan keuntungan pada tubuh karena kelebihan protein akan disimpan

di dalam tubuh dalam bentuk lemak. Makanan dengan kadar protein yang tinggi biasanya merupakan makanan dengan kadar lemak yang tinggi sehingga dapat menyebabkan obesitas. Asupan protein yang berlebihan akan meningkatkan kadar asam amino dalam tubuh. Kelebihan asam amino akan memperberat kerja ginjal dan hati dalam memetabolisme nitrogen. Kelebihan protein dapat menyebabkan asidosis, diare, kenaikan ureum darah, dehidrasi, dan kenaikan amoniak darah.³⁴

2) Karbohidrat

Karbohidrat adalah polihidroksi aldehida atau keton, atau zat yang menghasilkan senyawa ini ketika dihidrolisis. Karbohidrat adalah sumber energi terbesar tubuh.³⁵ Tubuh akan menyimpan karbohidrat dalam bentuk glikogen atau lemak. Kekurangan asupan karbohidrat dapat mengakibatkan terjadinya ketosis dan kekurangan energi kalori (KEK), sebaliknya asupan karbohidrat yang berlebihan dapat menimbulkan berat badan berlebih atau sampai obesitas.³⁶ Beberapa fungsi dari karbohidrat yaitu:³⁴

- a) Karbohidrat sebagai sumber energi bagi tubuh
- b) Karbohidrat sebagai pemanis makanan
- c) Karbohidrat dapat menjadi penghemat protein tubuh apabila dikonsumsi dalam jumlah yang cukup
- d) Karbohidrat membantu pengeluaran feses dengan cara memberi bentuk pada feses

Karbohidrat dibagi menjadi dua golongan, yaitu karbohidrat sederhana dan karbohidrat kompleks. Karbohidrat kompleks terdiri dari tiga atau lebih unit gula sederhana dalam satu molekul. Adapun karbohidrat sederhana terdiri dari:³⁴

a) Monosakarida

Ada tiga jenis monosakarida yaitu glukosa, fruktosa, dan galaktosa. Glukosa memiliki nama lain yaitu dekstrosa atau gula anggur. Glukosa terdapat di dalam sayur, sirup jagung, buah, sari pohon dan ada di dalam madu bersamaan dengan fruktosa. Glukosa merupakan hasil akhir pencernaan pati, maltosa, sukrosa, dan laktosa. Glukosa merupakan bentuk karbohidrat yang menjadi sumber energi bagi sel. Glukosa dapat digunakan dalam jumlah banyak karena tingkat kemanisannya hanya separuh dari sukrosa.³⁴

Fruktosa merupakan gula sederhana yang susunan atomnya dapat merangsang papil lidah sehingga menimbulkan rasa manis. Gula ini terutama terdapat di dalam madu bersama glukosa, di dalam buah, sayur, dan di dalam nektar bunga. Fruktosa merupakan hasil pencernaan dari sukrosa. Galaktosa tidak terdapat bebas di alam, namun terdapat dalam tubuh sebagai hasil pencernaan laktosa.³⁴

b) Disakarida

Terdapat empat jenis disakarida, yaitu sukrosa, maltosa, laktosa, dan trehalosa. Sukrosa atau sakarosa memiliki nama lain yaitu gula tebu atau gula bit. Gula pasir yang beredar secara komersial 99% kandungannya merupakan sukrosa. Sukrosa akan dicerna menjadi satu unit fruktosa dan satu unit glukosa. Maltosa (gula malt) tidak terdapat bebas di alam. Maltosa terbentuk dari pemecahan pati di dalam usus manusia. Maltosa akan berubah menjadi alkohol melalui proses fermentasi. Maltosa akan dipecah menjadi dua unit glukosa melalui proses pencernaan atau hidrolisis.³⁴

Laktosa (gula susu) hanya ada di dalam susu dan terdiri atas satu unit galaktosa dan satu unit glukosa.

Tingkat kemanisan laktosa paling rendah bila dibandingkan dengan disakarida lainnya. Trehalosa atau gula jamur terdiri atas dua molekul glukosa. Sebanyak 15% dari bagian kering jamur merupakan trehalosa. Trehalosa terdapat pula di dalam serangga.³⁴

c) Gula alkohol

Gula alkohol memiliki empat jenis, yaitu sorbitol, manitol, dulcitol, dan inositol. Sorbitol biasa digunakan dalam makanan dan minuman pada pasien diabetes. Sorbitol diabsorpsi lebih lambat oleh tubuh dan diubah menjadi glukosa di dalam hati. Pengaruh sorbitol terhadap gula darah lebih kecil daripada sukrosa. Pasien diabetes yang mengonsumsi sorbitol lebih dari 50 gram per hari dapat mengalami diare. Manitol dan dulcitol adalah alkohol yang dibuat dari monosakarida galaktosa dan manosa. Manitol terdapat di dalam nanas, ubi jalar, asparagus, dan wortel. Inositol adalah alkohol siklis yang menyerupai glukosa. Inositol banyak terdapat dalam sekam serelia.³⁴

d) Oligosakarida

Rafinosa, verbaskosa, dan stakiosa termasuk jenis dari oligosakarida. Beberapa jenis oligosakarida tersebut ada di dalam biji tumbuh-tumbuhan serta tidak dapat dipecah oleh enzim-enzim pencernaan.³⁴

Karbohidrat kompleks terdiri dari polisakarida dan polisakarida non pati/serat. Polisakarida terdiri atas pati, glikogen, dan dekstrin. Sedangkan serat terdiri atas dua golongan, yaitu serat yang larut dalam air dan serat yang tidak larut dalam air. Serat yang larut dalam air yaitu gum, pektin, mukilase, gluka, dan algal, sedangkan serat yang tidak larut dalam air yaitu hemiselulosa, selulosa, dan lignin.³⁴

a) Polisakarida

Beberapa jenis polisakarida yang berperan besar dalam ilmu gizi adalah pati, dekstrin, dan glikogen. Pati merupakan karbohidrat utama yang dikonsumsi oleh manusia. Pati terdapat dalam padi-padian, umbi-umbian, dan biji-bijian. Beras, gandum, dan jagung mengandung 70 – 80% pati. Kacang kedelai, kacang hijau, dan kacang merah mengandung 30 – 60% pati, sedangkan ubi, kentang, talas, dan singkong mengandung 20 – 30% pati. Molekul pati terdiri atas amilopektin dan amilosa.³⁴

Dekstrin merupakan hasil hidrolisis parsial pati, yang sering digunakan sebagai makanan bayi karena mudah dihidrolisis. Glikogen adalah bentuk simpanan karbohidrat di dalam tubuh manusia dan hewan. Glikogen terutama terdapat di dalam otot dan hati. Kapasitas tubuh dalam menyimpan glikogen yaitu sebanyak 350 gram. Sebagian besar glikogen disimpan di dalam otot dan sisanya di dalam hati. Glikogen yang disimpan di dalam otot hanya digunakan sebagai sumber energi otot tersebut, sedangkan glikogen di hati dapat digunakan oleh semua sel tubuh.³⁴

b) Polisakarida non pati/serat

Serat dibagi menjadi dua golongan yaitu serat yang dapat larut dalam air dan serat yang tidak dapat larut dalam air. Jenis serat yang larut dalam air yaitu pektin, mukilase, gum, algal, dan gluka. Fungsi utama serat pangan yang larut air adalah sebagai berikut:³⁴

- 1)) Memperlambat kecepatan pencernaan dalam usus sehingga aliran energi ke dalam tubuh menjadi stabil
- 2)) Memberikan perasaan kenyang yang lebih lama

- 3)) Memperlambat kemunculan gula darah sehingga insulin yang dibutuhkan untuk mengubah glukosa menjadi energi semakin sedikit
- 4)) Membantu mengendalikan berat badan dengan memperlambat munculnya rasa lapar
- 5)) Meningkatkan kesehatan saluran pencernaan dengan cara meningkatkan motilitas usus besar
- 6)) Mengikat lemak dan kolesterol kemudian dikeluarkan melalui feses

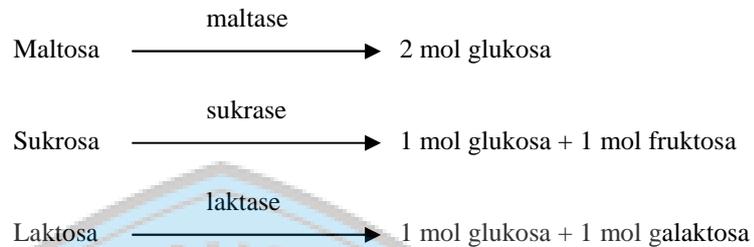
Serat yang tidak larut dalam air yaitu selulosa, lignin, dan hemiselulosa. Selulosa, lignin, dan hemiselulosa adalah kerangka struktural semua tumbuh-tumbuhan. Pektin terdapat di dalam buah dan sayur, terutama jenis sitrus, apel, pepaya, jambu biji, wortel, dan anggur. Pektin memiliki fungsi sebagai perekat antara dinding sel. Gum berasal dari sari pohon akasia. Gum dalam industri pangan digunakan sebagai pengental, stabilizer, dan emulsifier. Mukilase terdapat di dalam akar dan biji-bijian tumbuhan yang diduga memiliki fungsi mencegah pengeringan. Fungsi serat pangan tidak larut air adalah sebagai berikut: ³⁴

- 1)) Mempercepat waktu transit makanan dalam usus dan meningkatkan berat feses
- 2)) Memperlancar proses buang air besar
- 3)) Mengurangi risiko wasir, divertikulosis, dan kanker usus besar

Pencernaan karbohidrat dimulai di dalam mulut oleh enzim amilase. Pencernaan karbohidrat terhenti di dalam lambung dan dilanjutkan di usus halus. Pankreas akan mengirimkan enzim amilase ke dalam usus halus untuk mengubah pati menjadi dekstrin dan maltosa. Pencernaan karbohidrat akan diselesaikan oleh enzim-enzim disakaridase yang dikeluarkan oleh sel-sel

mukosa usus halus. Enzim-enzim disakaridase tersebut berupa maltase, laktase, dan sukrase. Hasil hidrolisis disakarida oleh enzim-enzim disakaridase tersebut ialah sebagai berikut: ³⁴

Gambar 2.1 Hidrolisis disakarida oleh enzim disakaridase.



Glukosa, galaktosa, dan fruktosa diabsorpsi melalui sel epitel usus halus dan dibawa oleh sistem sirkulasi darah melalui vena porta. Galaktosa dan glukosa lebih cepat diabsorpsi daripada fruktosa. Monosakarida melalui vena porta dibawa ke hati dimana fruktosa dan galaktosa diubah menjadi glukosa. Semua disakarida pada akhirnya akan diubah menjadi glukosa. ³⁴

Serat dan sebagian kecil pati yang tidak tercerna akan difermentasi oleh mikroorganisme di dalam usus besar. Produk hasil fermentasi tersebut adalah karbondioksida, metan, hidrogen, dan asam lemak rantai pendek yang mudah menguap, seperti asam asetat, asam butirat, dan asam propionat. Gas hasil fermentasi akan dikeluarkan melalui paru-paru dan anus (flatulensi). ³⁴

3) Lemak

Lemak adalah zat organik hidrofobik yang sukar larut dalam air. Lemak dapat dibagi menjadi dua golongan, yaitu lemak dalam tubuh dan lemak dalam bahan pangan. ³⁴

a) Lemak dalam tubuh

Lemak dalam tubuh yaitu lipoprotein yang mengandung trigliserida, kolesterol, dan fosfolipid dihasilkan di dalam hati dan mukosa usus. Jenis yang terdapat di dalam tubuh adalah HDL (*High Density Lipoprotein*), LDL (*Low*

Density Lipoprotein), VLDL (*Very Low Density Lipoprotein*) dan glikolipid. Adapun beberapa fungsi lemak dalam tubuh ialah sebagai berikut: ³⁴

- (1) Lemak sebagai pembentuk susunan tubuh
 - (2) Lemak sebagai penghangat tubuh
 - (3) Lemak sebagai pembentuk lemak asam lemak esensial
 - (4) Lemak sebagai pelarut vitamin A, D, E, dan K
 - (5) Lemak sebagai pelumas antar sendi
- b) Lemak yang terdapat di dalam bahan pangan

Lemak yang terdapat di dalam bahan pangan dan dapat digunakan oleh tubuh manusia, yaitu trigliserida, asam lemak jenuh, fosfolipid, asam lemak tak jenuh, dan kolesterol. Trigliserida banyak ditemukan pada pangan hewani maupun nabati. Trigliserida tersusun dari satu molekul gliserol dan tiga buah molekul asam lemak. Asam lemak jenuh (*saturated Fatty Acid-SAFA*) adalah lemak yang tidak dapat mengikat hidrogen lagi, seperti asam palmitat, dan asam stearat. Asam lemak jenuh banyak ditemukan pada lemak hewani, mentega, keju, coklat, dan minyak kelapa. Asam lemak tidak jenuh merupakan lemak yang masih memiliki ruang untuk mengikat hidrogen. ³⁴

Asam lemak tidak jenuh dibagi menjadi dua, yaitu asam lemak tak jenuh tunggal (*Monounsaturated Fatty Acid-MUFA*) dan asam lemak tak jenuh ganda (*Poliunsaturated Fatty Acid-PUFA*). Asam lemak tak jenuh tunggal terdapat pada minyak kacang tanah dan asam lemak tak jenuh ganda banyak terdapat dalam minyak biji bunga matahari, minyak kedelai, minyak jagung, minyak sayuran, dan minyak ikan. ³⁴

Fosfolipid merupakan gabungan dari gliserol, asam lemak, karbohidrat, fosfat, dan/ atau nitrogen. Lemak ini

merupakan lemak tak kentara dalam pangan nabati maupun hewani dan secara komersial digunakan sebagai aditif untuk membantu emulsifikasi. Kolesterol merupakan lemak yang memiliki struktur cincin yang kompleks yang disebut sterol. Kolesterol ditemukan dalam telur, daging, dan lemak susu. Adapun fungsi lemak dalam bahan pangan ialah sebagai berikut:³⁴

- (1) Lemak sebagai sumber energi
- (2) Lemak sebagai penghemat protein dan thiamin
- (3) Lemak mempertahankan rasa kenyang lebih lama karena proses pencernaannya membutuhkan waktu lebih lama dari karbohidrat
- (4) Lemak sebagai pemberi cita rasa dan keharuman

Sebagian besar pencernaan trigliserida terjadi di dalam usus halus. Enzim lipase yang dihasilkan pankreas merupakan enzim utama dalam pencernaan lemak. Sebagian besar trigliserida dihidrolisis menjadi asam lemak dan gliserol, sisanya akan dihidrolisis menjadi digliserida, monogliserida, dan asam lemak. Berikut ini adalah ringkasan dari proses pencernaan trigliserida.³⁴

Tabel 2.6 Proses Pencernaan Lemak di Dalam Tubuh ³⁴

No.	Saluran Pencernaan	Proses Pencernaan
1.	Mulut	Mengunyah, mencampur dengan air ludah dan ditelan. Kelenjar ludah mengeluarkan enzim lipase lingual.
2.	Esofagus	Tidak ada pencernaan
3.	Lambung	Lipase lingual dalam jumlah terbatas memulai hidrolisis trigliserida menjadi digliserida dan asam lemak. Lemak susu lebih banyak dihidrolisis. Lipase lambung menghidrolisis lemak dalam jumlah terbatas.
4.	Usus halus	Bahan empedu mengemulsi lemak. Lipase berasal dari pankreas dan dinding usus menghidrolisis lemak dalam bentuk emulsi menjadi digliserida, monogliserida, gliserol, dan asam lemak. Fosfolipase berasal dari pankreas menghidrolisis fosfolipid menjadi asam lemak dan lisofosfoliserida. Kolesterol esterase berasal dari pankreas menghidrolisis ester kolesterol.
5.	Usus besar	Sedikit lemak dan kolesterol yang tertambat dalam serat makanan, dikeluarkan melalui feses.

Lemak berperan dalam metabolisme tubuh, pertumbuhan, sumber energi, dan pelarut vitamin tertentu. Jumlah asam lemak yang dibutuhkan oleh tubuh sekitar 3% dari jumlah energi total. Kekurangan konsumsi lemak dapat mengakibatkan defisiensi asam lemak, defisiensi nutrisi yang hanya larut dalam lemak, dan gangguan pertumbuhan. Kekurangan asam omega-3 menyebabkan gangguan saraf dan penglihatan. Sebaliknya konsumsi lemak yang berlebihan akan memicu berat badan berlebih, obesitas, dan penyakit kardiovaskuler. Kadar kolesterol darah yang meningkat berpengaruh buruk terhadap jantung dan pembuluh darah.³⁴

b. Mikronutrien

1) Vitamin

Vitamin merupakan zat organik kompleks yang hanya dibutuhkan dalam jumlah sangat kecil oleh tubuh. Vitamin pada umumnya tidak dapat dibentuk oleh tubuh. Manusia

memerlukan vitamin dari makanan karena tubuh tidak dapat membuat sendiri. Setiap vitamin mempunyai tugas yang spesifik di dalam tubuh. Vitamin merupakan zat organik sehingga dapat rusak oleh karena penyimpanan dan pengolahan.³⁴

Vitamin digolongkan ke dalam dua kelas besar, yaitu vitamin yang larut dalam lemak (vitamin A, D, E, dan K) dan vitamin yang larut dalam air (vitamin C, vitamin B-kompleks yang terdiri dari vitamin B1, B2, B6, B12, dan beberapa vitamin lainnya. Berikut adalah perbedaan karakteristik umum dari vitamin yang larut dalam lemak dan larut dalam air.³⁴

Tabel 2.7 Perbedaan Vitamin Larut Lemak dan Larut Air³⁴

Vitamin larut lemak	Vitamin larut air
Larut dalam lemak dan pelarut lemak	Larut dalam air
Kelebihan konsumsi dari yang dibutuhkan disimpan dalam tubuh	Simpanan sebagai kelebihan kebutuhan sangat sedikit
Dikeluarkan dalam jumlah kecil melalui empedu	Dikeluarkan melalui urin
Gejala defisiensi berkembang lambat	Gejala defisiensi sering terjadi dengan cepat
Tidak selalu perlu ada dalam makanan sehari-hari	Harus selalu ada dalam makanan sehari-hari
Mempunyai prekursor atau provitamin	Umumnya tidak mempunyai prekursor
Hanya mengandung unsur C, H, dan O	Selain C, H, dan O mengandung N, kadang-kadang S dan Co
Diabsorpsi melalui sistim limfe	Diabsorpsi melalui vena porta
Hanya dibutuhkan oleh organisme kompleks	Dibutuhkan oleh organisme sederhana dan kompleks ²
Beberapa jenis bersifat toksik pada jumlah relatif rendah (6 – 10 x KGA)	Bersifat toksik hanya pada dosis tinggi/mega-dosis (>10 x KGA)

Vitamin memiliki peran dalam reaksi metabolisme energi, pertumbuhan, dan pemeliharaan tubuh. Adapun fungsi vitamin secara umum adalah sebagai berikut:³⁴

- a) Sebagai bagian dari suatu enzim atau co-enzim yang mengatur berbagai proses metabolisme
- b) Mempertahankan fungsi berbagai jaringan

- c) Mempengaruhi pertumbuhan dan pembentukan sel baru
- d) Membantu pembuatan zat tertentu dalam tubuh

2) Mineral

Manusia memperoleh mineral dari pangan hewani dan nabati. Mineral yang telah masuk ke tubuh manusia namun tidak habis digunakan akan dikeluarkan dari tubuh dan dikembalikan ke tanah. Fungsi mineral dalam tubuh secara umum ialah sebagai berikut:³⁴

- a) Memelihara keseimbangan asam tubuh
- b) Mengkatalisasi reaksi yang bertalian dengan pemecahan karbohidrat, lemak, dan protein serta pembentukan lemak dan protein tubuh
- c) Sebagai hormon dan enzim tubuh
- d) Memelihara keseimbangan air tubuh
- e) Sebagai bagian cairan usus
- f) Berperan dalam pertumbuhan dan pemeliharaan tulang, gigi, dan jaringan tubuh lainnya

Mineral yang dibutuhkan oleh manusia dibagi menjadi dua golongan, yaitu mineral makro dan mikro. Mineral makro merupakan mineral yang jumlahnya relatif tinggi ($>0,05\%$ dari berat badan) di dalam jaringan tubuh. Mineral mikro disebut sebagai unsur renik (trace element) terdapat $<0,05\%$ dari berat badan. Unsur-unsur mineral makro adalah kalsium, kalium, fosfor, sulfur, klor, natrium, magnesium. Unsur-unsur mineral mikro adalah besi, selenium, seng, mangan, iodium, tembaga, molibdenum, kromium, kobalt, silikon, nikel, vanadium, arsen, dan fluor.³⁴

4. Survei Konsumsi Makanan

Survei konsumsi makan merupakan metode tidak langsung untuk menilai status gizi. Survei konsumsi makan adalah suatu cara untuk menghitung asupan zat gizi dalam makanan atau minuman

yang dikonsumsi seseorang. Metode pengukuran konsumsi makan dibagi menjadi dua golongan yaitu secara kuantitatif dan secara kualitatif. Metode pengukuran konsumsi makan secara kuantitatif yaitu sebagai berikut:³⁴

1) Metode Penimbangan/*Food Weighing*

Metode *food weighing* adalah penimbangan kuantitas makanan dan minuman yang dikonsumsi seseorang sehari-hari. Penimbangan makanan dan minuman dilakukan sebelum dan setelah dikonsumsi.^{32, 34} Data yang diperoleh dari metode ini sangat akurat, namun metode ini memerlukan lebih banyak waktu, biaya, dan tenaga.³⁶

2) Metode Pencatatan/*Food Record*

Metode *food record* adalah pencatatan jenis dan jumlah makanan dan minuman yang dikonsumsi seseorang. Pencatatan ini dilakukan oleh responden setiap sebelum makan atau minum apapun. Metode ini disebut juga dengan *diary records*.^{32, 34} Metode pencatatan ini cukup murah, hasilnya akurat, dan dapat digunakan untuk penelitian dengan jumlah sampel yang besar. Kekurangan dari metode ini adalah terlalu membebani responden dan tidak cocok untuk responden yang buta huruf.³⁶

3) Metode Mengingat-ingat/*Food Recall 24 jam*

Metode *food recall 24 jam* adalah teknik mengukur konsumsi makan individu dengan cara menanyakan responden tentang jenis dan frekuensi makanan dan minuman yang dikonsumsi selama 24 jam yang lalu. Jumlah makanan dan minuman diukur dengan ukuran rumah tangga (URT).^{32, 34}

Metode *food recall 24 jam* ini tidak membebani responden, biaya yang diperlukan relatif murah, tidak memakan banyak waktu, dan dapat memberikan gambaran yang nyata tentang apapun yang dikonsumsi responden. Beberapa kekurangan dari

metode ini adalah keakuratannya bergantung pada daya ingat responden dan tidak dapat memberikan gambaran asupan makanan sehari-hari bila hanya dilakukan dalam satu hari. Metode ini dapat membuat responden yang kurus melaporkan konsumsi lebih banyak sedangkan responden yang gemuk cenderung melaporkan konsumsinya lebih sedikit.³⁷

Berikut ini adalah beberapa metode pengukuran konsumsi makan secara kualitatif.³²

1) Metode Frekuensi Makanan

Metode frekuensi makanan adalah sebuah metode pengukuran konsumsi makanan untuk memperoleh data tentang frekuensi konsumsi sejumlah makanan dan minuman dalam periode tertentu. Kuesioner frekuensi makanan berisi daftar makanan dan frekuensi konsumsi makanan tersebut dalam periode tertentu. Makanan yang ada dalam daftar kuesioner tersebut adalah makanan yang cukup sering dikonsumsi oleh responden sehingga perlu melakukan penelitian untuk mencari tahu makanan yang cukup sering dikonsumsi responden. Metode frekuensi makanan cukup murah dan dapat dilakukan sendiri oleh responden. Metode ini memerlukan responden bersikap jujur. Metode frekuensi makanan dibagi menjadi dua, yaitu metode frekuensi makanan kualitatif dan metode frekuensi makanan semikuantitatif.³²

2) Metode Riwayat Makanan/*Dietary History*

Metode *dietary history* adalah teknik pengukuran konsumsi makan individu dengan cara meminta responden untuk mengisi kuesioner yang dibuat untuk menunjukkan keragaman makanan dan minuman yang dikonsumsi. Kuesioner pada metode ini juga bertujuan untuk menunjukkan informasi tentang pengolahan dan penyimpanan makanan dan minuman yang dikonsumsi seseorang.³²

Metode ini bersifat kualitatif karena memberikan gambaran pola konsumsi berdasarkan pengamatan dalam waktu yang cukup lama (1 minggu, 1 bulan, atau 1 tahun). Metode riwayat makanan ini tidak membutuhkan biaya tinggi dalam pelaksanaannya. Kekurangan dari metode ini adalah terlalu membebani pihak pengumpul data dan responden. Metode riwayat makanan tidak cocok digunakan untuk survei dengan sampel besar.³²

5. Kebutuhan Energi

Kebutuhan energi yang dianjurkan untuk usia 19 – 29 tahun sebesar 2725 kkal untuk laki-laki dan 2250 kkal untuk perempuan.³³

Kebutuhan energi dipengaruhi oleh empat hal yaitu energi *Basal Metabolic Rate* (BMR), *specific Dynamic Action* (SDA), Aktivitas Fisik, dan *Energy Expenditure* untuk setiap jenis dan lama latihan.³⁸

a. *Basal Metabolic Rate* (BMR)

Basal Metabolic Rate (BMR) adalah jumlah energi yang digunakan untuk melakukan aktivitas vital tubuh, seperti bernafas, denyut jantung, dan lain-lain. BMR dipengaruhi massa tubuh, umur, komposisi tubuh, dan jenis kelamin. Faktor lain yang mempengaruhi BMR adalah suhu, lingkungan, kelembaban, ketinggian, dan keadaan emosi tertentu.³⁸

b. *Specific Dynamic Action* (SDA)

SDA merupakan energi yang digunakan oleh tubuh untuk mencerna zat gizi makro. Tubuh memerlukan 6 – 7% energi BMR untuk mencerna karbohidrat, 20 – 30% BMR untuk mencerna protein, dan 4 – 14% BMR untuk mencerna lemak sedangkan untuk mencerna makanan campuran (karbohidrat, protein, dan lemak) memerlukan 10% dari BMR.³⁸

c. Aktivitas Fisik

Energi dibutuhkan dalam setiap aktivitas fisik. Kebutuhan energi untuk aktivitas fisik sehari-hari ditentukan oleh jenis,

intensitas, dan durasi aktivitas fisik. Tingkat aktivitas fisik dapat dikelompokkan menjadi tidak aktif, aktif ringan, aktif, dan sangat aktif. Masing-masing tingkat aktivitas fisik mempunyai koefisien tertentu untuk diformulasikan dengan rumus perhitungan kebutuhan energi.³⁸

d. *Energy Expenditure*

Energy expenditure adalah jumlah energi yang dibutuhkan untuk latihan fisik dan olahraga berdasarkan jenis, intensitas, dan durasi.³⁸

C. Aktivitas Fisik

1. Definisi Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik adalah bentuk multidimensional dari perilaku manusia. Aktivitas fisik meliputi semua gerakan yang dilakukan manusia mulai dari gerakan kecil hingga gerakan besar seperti lari maraton. Aktivitas fisik memiliki efek biologis bagi tubuh manusia. Hal ini disebabkan oleh aktivitas fisik biasanya mengacu pada gerakan otot besar seperti otot ekstremitas. Pergerakan otot-otot ekstremitas ini akan berdampak pada pengeluaran energi. Namun, aktivitas fisik dan pengeluaran energi bukan merupakan hal yang sama. Aktivitas fisik adalah suatu bentuk perilaku, sedangkan pengeluaran energi adalah efek dari perilaku tersebut. Pola aktivitas fisik seseorang tidaklah sama setiap harinya, ada perbedaan pola aktivitas fisik antara hari kerja dan hari libur atau musim panas dan musim dingin.³⁹

2. Manfaat Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik sangat bermanfaat bagi kesehatan. Hal ini dibuktikan dengan beberapa hasil penelitian epidemiologi di bawah ini.³⁹

- a. Aktivitas fisik yang tinggi dan teratur dapat menurunkan risiko kematian akibat penyakit kardiovaskuler.

- b. Efek dari aktivitas fisik yang teratur terhadap risiko penyakit kardiovaskuler sama dengan efek menghentikan kebiasaan merokok.
- c. Aktivitas fisik membantu mempertahankan keseimbangan energi sehingga dapat mencegah obesitas.
- d. Aktivitas fisik yang bersifat *weight bearing* sangat penting bagi perkembangan skeleton pada masa kanak-kanak dan remaja.
- e. Aktivitas fisik yang tinggi dapat meningkatkan proteksi atas penyakit kanker.
- f. Latihan fisik mengurangi risiko timbulnya diabetes melitus tipe 2.
- g. Latihan fisik yang teratur dapat mencegah atau memperlambat onset hipertensi.
- h. Latihan fisik yang teratur dapat menurunkan tekanan darah pada pasien hipertensi.

Manfaat aktivitas fisik lainnya ialah meningkatkan daya tahan tubuh, meningkatkan kekuatan tulang dan otot, meningkatkan kelenturan tubuh, meningkatkan kebugaran tubuh, dan mencegah stress.⁴⁰

3. Aspek Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik jangka panjang yang sudah menjadi kebiasaan (*habitual activity*) dapat ditentukan dengan mengenali berbagai aspek (*domain*). *Domain* ini meliputi aktivitas fisik saat bekerja (*occupational physical activity*), selama transportasi atau berpindah dari satu tempat ke tempat lain, sewaktu melakukan pekerjaan rumah tangga, berkebun, dan aktivitas fisik saat bersantai serta berekreasi.³⁹

Latihan fisik merupakan bagian dari total aktivitas fisik berupa gerakan tubuh yang terstruktur, terencana, dan repetitif (berulang) dengan tujuan untuk memperbaiki atau memelihara satu atau lebih komponen kebugaran fisik. Banyak manfaat yang akan didapatkan dengan melakukan aktivitas fisik dengan intensitas sedang. Orang dewasa direkomendasikan melakukan aktivitas fisik sedang selama 30

menit setiap hari. Sedangkan pada individu dengan usia 5 – 18 tahun direkomendasikan melakukan aktivitas fisik sedang selama sedikitnya 60 menit setiap hari dan sebagian aktivitas ini harus dapat membantu meningkatkan kekuatan dan kelenturan otot.³⁹

4. Metode Pengukuran Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik dapat diukur dengan beberapa teknik. Berikut ini adalah beberapa teknik untuk mengukur tingkat aktivitas fisik:⁴¹

a. *Doubly-Labeled Water*

Metode Doubly-labeled water (DLW) merupakan *gold standard* untuk mengukur aktivitas fisik. Metode ini dapat mengukur *total energy expenditure* tetapi metode ini jarang digunakan dalam penelitian dengan jumlah sampel yang besar. Hal tersebut dikarenakan metode ini memerlukan biaya yang mahal, membutuhkan waktu yang lama, dan tidak bisa menghasilkan data kualitatif.⁴¹

b. *Self-Report Questionnaires*

Kuesioner merupakan metode yang sering digunakan dalam penelitian. Metode ini lebih memungkinkan untuk digunakan dalam penelitian dengan jumlah sampel yang besar. Beberapa kuesioner yang telah divalidasi yaitu *Modifiable Activity Questionnaire* (MAQ), *Previous Week Modifiable Activity Questionnaire* (PWMAQ), *Recent Physical Activity Questionnaire* (RPAQ), *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ), *Previous Day Physical Activity Recall* (PDPAR), kuesioner *Baecke*, dan *7-day Physical Activity Recall* (PAR).⁴¹

c. *Self-Report Activity Diaries*

Metode *Self-Report Activity Diaries* membutuhkan responden untuk mencatat aktivitas fisiknya secara terperinci. Responden harus mencatat jenis aktivitas fisik dan durasi aktivitas fisik tersebut dalam periode waktu tertentu. Kekurangan dari

metode ini adalah metode ini dapat merubah aktivitas fisik responden sehingga data yang didapatkan menjadi bias.⁴¹

d. Observasi Langsung

Metode observasi langsung merupakan metode pengukuran aktivitas fisik dengan cara mengamati dan mencatat langsung aktivitas fisik responden. Metode ini dilakukan tanpa merubah aktivitas fisik dari responden. Peneliti dapat mengumpulkan data secara detail mengenai aktivitas fisik dengan metode ini, tetapi metode ini memiliki beberapa kekurangan. Kekurangan metode observasi langsung adalah membutuhkan biaya yang besar, waktu yang lama, dan energi yang lebih dari peneliti.⁴¹

e. Akselerometer

Akselerometer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur percepatan gerak suatu objek melalui tiga arah (anteroposterior, mediolateral, dan vertikal). Perhitungan dapat dikonversikan menjadi jumlah *energy expenditure*. Akselerometer menunjukkan validitas yang lebih baik daripada metode DLW. Alat ini dapat menentukan tingkat aktivitas fisik, layak digunakan pada anak-anak, memiliki akurasi yang tinggi, dan memiliki memori yang cukup besar. Beberapa kekurangan dari alat ini adalah belum ada protokol standar dalam mengelola data, dapat meningkatkan bias, dan tidak dapat memberikan informasi kontekstual apapun.⁴¹

f. Pedometer

Pedometer adalah alat yang dapat menghitung langkah melalui percepatan vertikal yang dilakukan oleh pemakainya. Alat ini cukup sederhana dan tidak terlalu mahal sehingga alat ini menjadi cukup populer dikalangan peneliti. Pedometer dapat menghasilkan data yang akurat mengenai gerakan vertikal namun tidak dapat digunakan untuk mengukur gerakan horizontal,

aktivitas waktu luang, dan gerakan-gerakan sederhana. Alat ini tidak merekam intensitas, durasi, dan frekuensi aktivitas fisik.⁴¹

g. *Heart-Rate Monitor*

Heart-rate monitor merupakan indikator psikologi dari aktivitas fisik dan energi *expenditure* yang dapat mengukur frekuensi detak jantung secara langsung atau *real time*. Alat dapat mengklasifikasikan aktivitas fisik menjadi aktif, sangat aktif, dan tidak aktif tetapi cenderung membedakan intensitas aktivitas fisik yang sangat tinggi dan rendah. Usia, komposisi tubuh, massa otot, jenis kelamin, dan tingkat kebugaran akan mempengaruhi keakuratan alat ini.⁴¹

h. *Armbands*

Armbands adalah alat yang dilingkarkan di lengan dan dapat mengukur pengeluaran energi dan memantau metabolisme aktivitas fisik. Alat ini mendeteksi gerakan dan sensor yang berhubungan dengan panas. *Armbands* lebih sensitif untuk menilai energi yang dikeluarkan saat gerakan kompleks misalnya berjalan dengan mengangkat beban berat sehingga sangat baik untuk menilai aktivitas fisik sehari-hari. Kekurangan dari alat ini adalah tidak ideal untuk menilai aktivitas fisik dengan intensitas tinggi.⁴¹

5. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik setiap individu berbeda-beda, perbedaan tersebut dipengaruhi beberapa hal. Berikut adalah beberapa faktor yang mempengaruhi aktivitas fisik:⁴²

a. Umur

Aktivitas fisik akan terus menurun seiring bertambahnya usia seseorang.⁴²

b. Jenis kelamin

Berdasarkan beberapa penelitian, tingkat aktivitas fisik laki-laki lebih tinggi dari pada perempuan.⁴²

c. Ekonomi

Seseorang dengan status ekonomi yang rendah cenderung memiliki tingkat aktivitas fisik yang lebih tinggi dari pada seseorang dengan status ekonomi menengah ke atas. Berdasarkan hasil penelitian, orang dengan status ekonomi rendah lebih sering berjalan kaki daripada orang dengan status ekonomi yang tinggi.⁴²

d. Pekerjaan

Berdasarkan penelitian, pekerjaan memiliki hubungan yang signifikan terhadap tingkat aktivitas fisik seseorang, misalnya seorang tukang bangunan memiliki tingkat aktivitas fisik yang lebih berat dibandingkan dengan seorang sekretaris.⁴²

D. Hubungan Antara Obesitas dengan Asupan Makronutrien dan Aktivitas Fisik

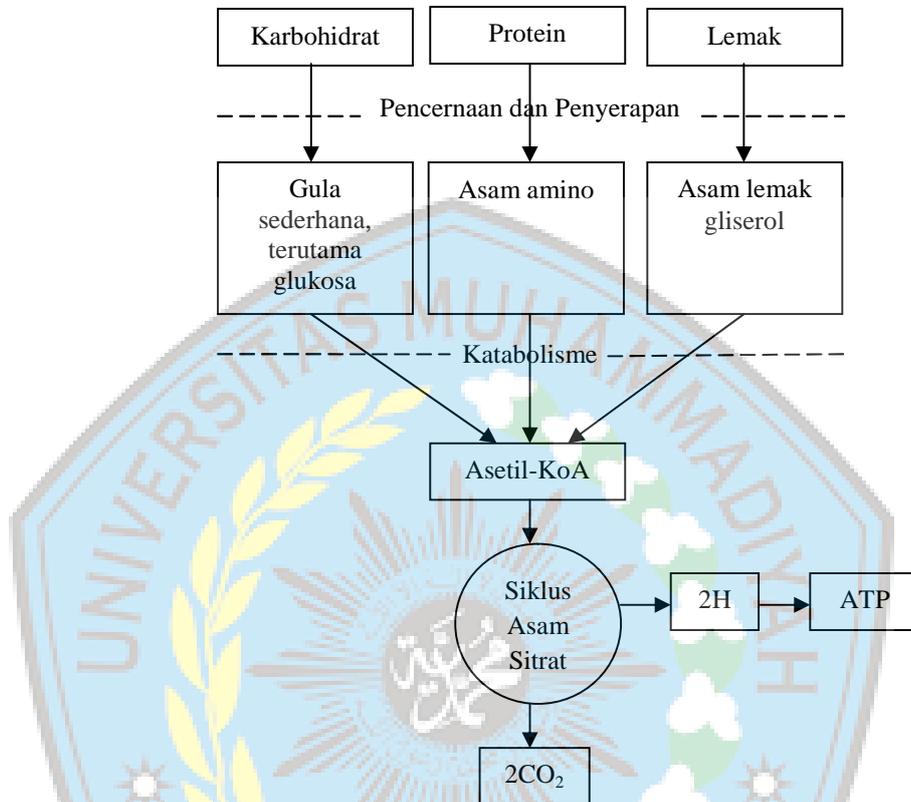
Obesitas adalah manifestasi dari akumulasi lemak tubuh yang berlebihan.¹ Lemak tubuh yang berlebihan dapat ditimbulkan oleh ketidakseimbangan antara energi yang masuk melalui makanan dan energi yang dikeluarkan melalui aktivitas fisik.^{1, 39} Makanan penghasil energi meliputi karbohidrat, protein, dan lemak, ketiga zat makanan tersebut biasa disebut makronutrien. Masing-masing dari zat makanan tersebut memiliki angka kecukupan gizinya masing-masing.⁴³

Kebutuhan manusia akan energi relatif konstan sepanjang hari karena aktivitas fisik rerata meningkatkan laju metabolik hanya sekitar 40 – 50% di atas laju metabolik basal. Mayoritas manusia mengonsumsi asupan sumber energi dalam dua atau tiga kali makan sehingga terdapat kebutuhan untuk membentuk cadangan karbohidrat dan lipid pada periode setelah makan. Cadangan karbohidrat dan lipid tersebut akan digunakan ketika belum terdapat asupan makanan.⁴³

Produk karbohidrat, protein, dan lemak di dalam tubuh manusia akan dimetabolisme menjadi suatu produk umum yaitu asetil-KoA. Asetil-KoA tersebut akan dioksidasi melalui siklus asam sitrat sehingga terbentuk

energi/ATP. ⁴³ Berikut adalah bagan garis besar metabolisme makronutrien yang terjadi di dalam tubuh manusia:

Gambar 2.2 Jalur metabolisme makronutrien ⁴³



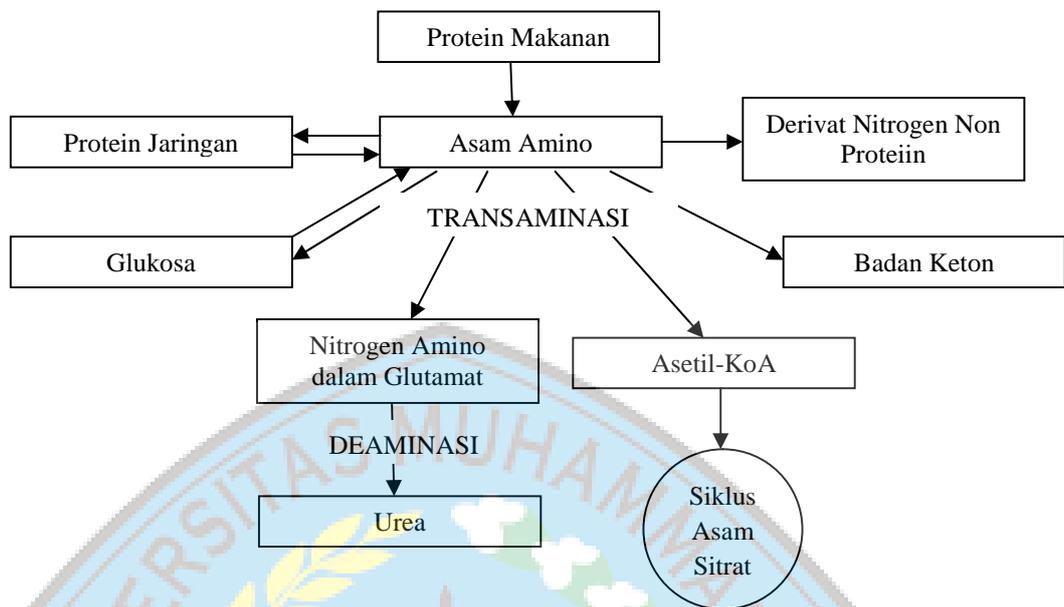
Aktivitas fisik akan membantu mempertahankan keseimbangan energi sehingga mencegah obesitas. Aktivitas fisik akan berdampak pada pengeluaran energi, semakin tinggi tingkat aktivitas fisik seseorang maka energi yang ia keluarkan akan semakin banyak. ³⁹ Pengeluaran energi yang seimbang dengan energi yang dihasilkan tubuh melalui metabolisme terhadap makanan yang dimakan akan mencegah lipogenesis atau pembentukan lemak di dalam tubuh. Pengeluaran energi yang lebih besar daripada energi yang dihasilkan melalui asupan makanan akan memicu lipolisis sehingga lemak dalam tubuh teroksidasi dan menghasilkan energi. Aktivitas fisik yang rendah akan berdampak pada pengeluaran energi yang rendah. Apabila energi yang digunakan lebih rendah daripada energi yang dihasilkan oleh tubuh melalui asupan makanan maka akan terjadi lipogenesis. Lipogenesis yang terjadi terus menerus di dalam tubuh akan

meningkatkan jumlah lemak di sel-sel adiposit dan akan bermanifestasi sebagai obesitas.^{39, 43}

Karbohidrat yang dimakan oleh manusia akan dicerna menjadi glukosa. Glukosa akan dimetabolisme menjadi piruvat melalui glikolisis. Piruvat tersebut akan dimetabolisme menjadi asetil-KoA yang akan memasuki siklus asam sitrat untuk dioksidasi menjadi CO₂ dan H₂O yang berkaitan dengan pembentukan ATP dalam proses fosforilasi oksidatif. Apabila glukosa yang masuk ke hati meningkat atau melebihi kebutuhan maka laju sintesis glukosa akan meningkat. Glukosa yang berlebih akan disimpan dalam bentuk glikogen melalui sintesis primer dan sebagian glukosa digunakan untuk lipogenesis melalui sintesis triasilgliserol. Hormon insulin merangsang proses penyerapan glukosa, proses konversi glukosa menjadi asam lemak, dan proses esterifikasi glukosa menjadi triasilgliserol di jaringan adiposa.⁴³

Protein yang dimakan oleh manusia akan dicerna menjadi asam amino. Asam amino tersebut akan melalui proses transaminasi dengan menggunakan nitrogen amino dari asam amino lain. Asam amino yang sudah melewati transaminase akan dideaminasi akan diekskresikan sebagai urea. Kerangka karbon yang tersisa setelah transaminasi dapat dioksidasi menjadi CO₂ melalui siklus asam sitrat, dapat digunakan untuk glukoneogenesis, dan dapat digunakan untuk membentuk badan keton. Asupan makanan tinggi protein akan meningkatkan pembentukan asetil-KoA, asetil-Koa tersebut akan digunakan dalam lipogenesis selama jumlah energi dari glukosa dan lemak dapat memenuhi kebutuhan energi tubuh. Hal ini menyebabkan semakin banyaknya triasilgliserol yang terbentuk di dalam tubuh dan dapat bermanifestasi sebagai obesitas.⁴³

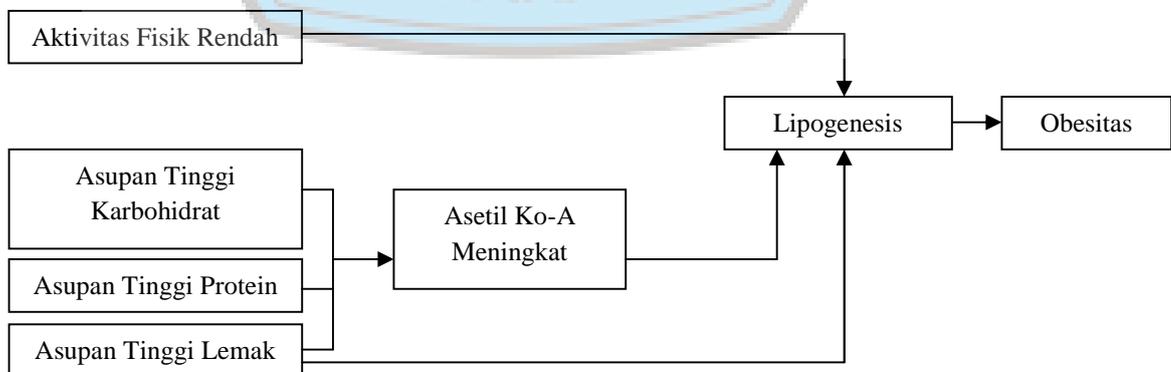
Gambar 2.3 Jalur utama metabolisme protein ⁴³



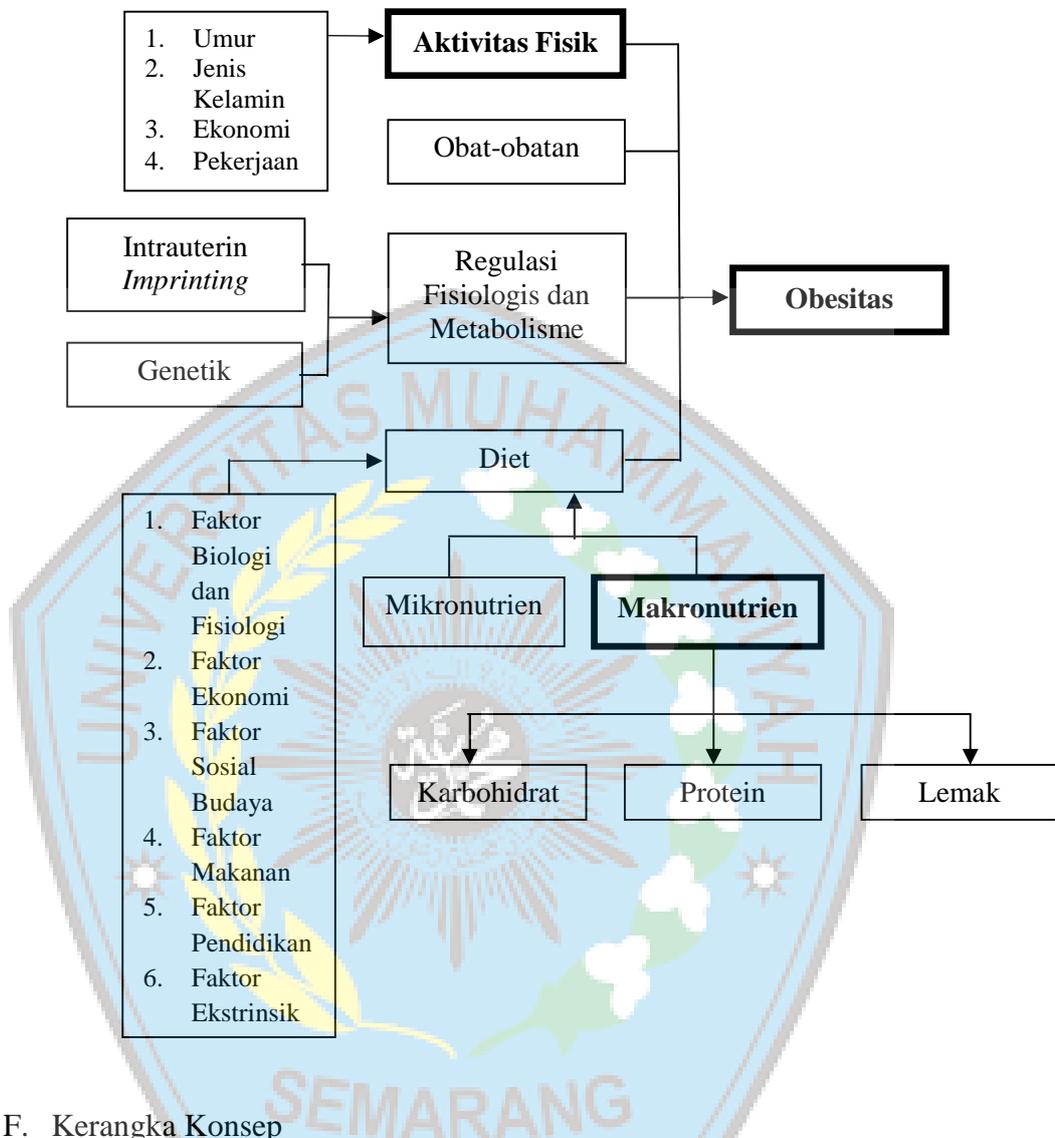
Lemak yang dikonsumsi oleh manusia akan dicerna menjadi asam lemak dan gliserol. Asam lemak dapat dioksidasi menjadi asetil-KoA (oksidasi) atau diesterifikasi dengan gliserol menjadi triasilgliserol sebagai cadangan bahan bakar utama tubuh. Asupan tinggi lemak akan mengakibatkan semakin banyaknya jumlah triasilgliserol yang disimpan dalam tubuh sehingga dapat menyebabkan obesitas. ⁴³

Berikut adalah bagan yang menjelaskan garis besar hubungan asupan makronutrien dan aktivitas fisik terhadap obesitas:

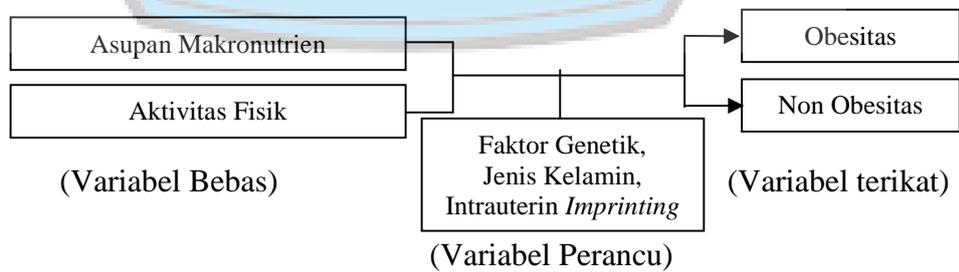
Gambar 2.4 Garis besar hubungan asupan makronutrien dan aktivitas fisik terhadap obesitas



E. Kerangka Teori



F. Kerangka Konsep



G. Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah bahwa ada perbedaan asupan makronutrien dan aktivitas fisik antara mahasiswa obesitas dan non obesitas di Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Semarang.

