

# DIKTAT

---

## GIZI DALAM DAUR KEHIDUPAN

SUB TEMA:

GIZI REMAJA, GIZI ATLET, GIZI TENAGA  
KERJA

Disusun Oleh:

Dr. Erry Yudhya Mulyani, S.Gz, M.Sc

## KATA PENGANTAR

Dengan Rahmat Allah SWT Diktat Gizi Dalam Daur Kehidupan dengan Subtema: Gizi Remaja, Gizi Atlet dan Gizi Tenaga Kerja dapat terselesaikan. Materi diktat ini terdiri dari beberapa sub bab yaitu; pendahuluan, Pengertian gizi remaja, kebutuhan gizi remaja, pengertian gizi atlet dan kebutuhan gizi atlet serta kebutuhan gizi pada tenaga kerja.

Adapun Diktat ini dipergunakan untuk membantu mahasiswa/i dalam memahami materi perkuliahan gizi dalam daur kehidupan Dengan harapan diktat ini dapat menjadi acuan dasar dalam perkuliahan dan mahasiswa/i dapat memperkaya dengan mendapatkan materi dari berbagai sumber.

Saya mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak Program Studi Ilmu Gizi, Universitas Esa Unggul. Semoga Diktat ini dapat bermanfaat kedepan.

Terima kasih

Penulis

## DAFTAR ISI

	Hal
Bab I. Gizi pada Remaja	1
I.    Pengertian	1
II.   Gizi Remaja	1
III.  Masalah gizi remaja	3
IV.  Faktor-faktor metabolic yang mempengaruhi sindrim metabolic pada remaja	10
V.   Assesment dan kebutuhan gizi pada remaja yang mengalami obesitas	15
VI.  Penanggulangan sindrom metabolic pada remaja	18
Bab II. Gizi Atlet	20
Bab III. Gizi Tenaga Kerja	38
Daftar Pustaka	47

# BAB I

## GIZI PADA REMAJA

### I. Pengertian

Gizi adalah suatu proses dimana semua makhluk hidup memanfaatkan makanan untuk keperluan pemeliharaan fungsi organ tubuh, pertumbuhan reproduksi dan sebagai penghasil energi. Lebih luas gizi diartikan sebagai suatu proses organisme menggunakan makanan yang dikonsumsi secara normal melalui proses pencernaan, penyerapan, transportasi, penyimpanan, metabolisme dan pengeluaran zat gizi untuk mempertahankan kehidupan, pertumbuhan dan fungsi normal organ serta untuk menghasilkan tenaga.

Pengetahuan gizi meliputi pengetahuan tentang pemilihan dan konsumsi sehari-hari dengan baik dan memberikan semua zat gizi yang dibutuhkan untuk fungsi normal tubuh. Pemilihan dan konsumsi bahan makanan berpengaruh terhadap status gizi seseorang.

### II. Gizi Remaja

Sekitar 20% dari populasi WHO South-East-Asia, terdiri dari remaja. Fondasi pertumbuhan dan perkembangan yang memadai diletakkan sebelum kelahiran, selama masa kanak-kanak, dan diikuti selama masa remaja.

Remaja adalah generasi masa depan dari negara mana pun dan kebutuhan nutrisi mereka sangat penting untuk kesejahteraan masyarakat. Di SEAR, sejumlah besar remaja menderita kekurangan gizi kronis dan anemia, yang berdampak buruk pada kesehatan dan perkembangan mereka. Tingginya angka malnutrisi pada anak perempuan tidak hanya berkontribusi pada peningkatan morbiditas dan mortalitas yang terkait dengan kehamilan dan persalinan, tetapi juga pada peningkatan risiko melahirkan bayi dengan berat badan lahir rendah. Ini berkontribusi pada siklus malnutrisi antargenerasi.

Di sebagian besar negara berkembang, inisiatif gizi berfokus pada anak-anak dan perempuan, sehingga mengabaikan remaja. Mengatasi kebutuhan gizi remaja dapat menjadi langkah penting untuk memutus lingkaran setan dari kekurangan gizi antar generasi, penyakit



kronis dan kemiskinan. Bukti epidemiologis dari negara maju dan berkembang menunjukkan bahwa ada hubungan antara kekurangan gizi janin dan peningkatan risiko berbagai penyakit kronis selama masa dewasa.

Tinjauan status gizi remaja di Negara-negara Anggota di Wilayah Asia Tenggara WHO telah dilakukan untuk mengidentifikasi masalah gizi dan menyarankan intervensi strategis yang relevan bagi para pembuat kebijakan. Tinjauan ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi kesenjangan penelitian dan berfungsi sebagai panduan bagi para peneliti untuk melakukan penelitian di bidang-bidang prioritas untuk menghasilkan bukti untuk intervensi strategis.

Masa remaja amat penting diperhatikan karena merupakan masa transisi antara anak-anak dan dewasa. Gizi Seimbang pada masa ini akan sangat menentukan kematangan mereka dimasa depan. Perhatian khusus perlu diberikan kepada remaja perempuan agar status gizi dan kesehatan yang optimal dapat dicapai. Alasannya remaja perempuan akan menjadi seorang ibu yang akan melahirkan generasi penerus yang lebih baik. (Dedeh dkk, 2010 : 12).

Energi dan protein yang dibutuhkan remaja lebih banyak dari pada orang dewasa, begitu juga vitamin dan mineral. Seorang remaja laki-laki yang aktif membutuhkan 3.000 kalori atau lebih perhari untuk mempertahankan berat badan normal. Seorang remaja putri membutuhkan 2.000kalori perhari untuk mempertahankan badan agar tidak gemuk. Vitamin B1, B2 dan B3 penting untuk metabolisme karbohidrat menjadi energi, asam folat dan vitamin B12 untuk pembentukan sel darah merah, dan vitamin A untuk pertumbuhan jaringan. Sebagai tambahan, untuk pertumbuhan tulang dibutuhkan kalsium dan vitamin D yang cukup.

Vitamin A, C dan E penting untuk menjaga jaringan-jaringan baru supaya berfungsi optimal. Dan yang amat penting adalah zat besi terutama untuk perempuan dibutuhkan dalam metabolisme pembentukan sel-sel darah merah. (Husaini, 2006 : 96).

Kecukupan energi diperlukan untuk kegiatan sehari-hari dan proses metabolisme tubuh. Cara sederhana untuk mengetahui kecukupan energi dapat dilihat dari BB-nya. Pada remaja perempuan usia 10-12 tahun, kebutuhan energinya sebesar 50-60 kkal/kg BB/hari, sedangkan usia 13-18 tahun sebesar 40- 50 kkal/kg BB/hari. Pada remaja laki-laki usia 10-12 tahun, kebutuhan energinya sebesar 55-60 kkal/kg BB/hari, sedangkan usia 13-18 tahun sebesar 45-55 kkal/kg BB/hari. (Dedeh dkk, 2010:21).

WHO menganjurkan rata-rata konsumsi energi makanan sehari adalah 10- 15% berasal dari protein, 15-30% dari lemak, dan 55-75% dari karbohidrat (Almatsier, 2002:132).

### III. Masalah Gizi Remaja

#### a. Pengertian Sindrom Metabolik

Sindrom metabolik (SM) adalah suatu istilah untuk kelompok faktor resiko penyakit jantung dan diabetes mellitus tipe 2. faktor resiko tersebut terdiri dari dyslipidemia aterogenik, meningkatnya tekanan darah, meningkatnya plasma glukosa, keadaan protrombotik, dan keadaan pro-peradangan. Reaven (1988) menyatakan bahwa SM bukanlah suatu penyakit, tetapi merupakan sekumpulan kelainan metabolisme, yang ditandai dengan obesitas visceral, meningkatnya kadar trigliserida, glukosa, rendahnya kadar HDL dan hipertensi. Ada 2 penyebab utama SM yang saling berinteraksi, yaitu obesitas dan ketentuan metabolisme endogenus. SM diprediksi menyebabkan kenaikan 2 kali lipat resiko terjadinya penyakit jantung dan lima kali lipat pada penyakit diabetes mellitus tipe 2 (Sargowo, 2011).

Sindroma metabolic menurut National Cholesterol Education Program Expert Panel on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults Treatment Panel III (NCEP ATP III) tahun 2001 adalah sekelompok kelainan metabolic pada lipid maupun non-lipid yang merupakan factor risiko penyakit jantung coroner yang terdiri atas obesitas sentral, dyslipidemia aterogenik (kadar trigliserida tinggi dan kadar kolesterol high density lipoprotein (HDL) rendah, hipertensi dan kadar glukosa plasma abnormal, keadaan tersebut berkaitan erat dengan suatu kelainan sistemik yang dikenal sebagai resistensi insulin.

SM terdiri dari sekelompok kelainan metabolik, dan sesuai dengan Diabetes Internasional Federation (IDF), karakteristik sindrom ini antara lain obesitas, dengan penekanan pada kelebihan lemak perut, hipertensi, dislipidemia, dan hiperglikemia. Resistensi insulin tampaknya menjadi dasar patofisiologis untuk SM dan hiperinsulinemia dianggap prekursor untuk SM. Kenaikan berat badan merupakan prediktor independen untuk pengembangan SM meskipun tidak terlihat pada semua penderita obesitas. Baru-baru ini, konsekuensi potensi obesitas dan SM pada remaja telah mendapatkan perhatian lebih besar. Penelitian telah menunjukkan bahwa faktor-faktor SM, yang tidak normal pada masa bayi, sering bertahan di masa dewasa (Rizzo, et.al., 2013).

ATP III mengidentifikasi enam komponen dari sindrom metabolik yang berhubungan dengan CVD: obesitas perut, dislipidemia aterogenik, peningkatan tekanan darah, resistensi insulin ± intoleransi glukosa, proinflamasi dan negara-negara prothrombotic Patogenesis sindrom

metabolik tidak diketahui, tetapi tampaknya ada tiga potensi kategori etiologi: obesitas dan gangguan dari jaringan adiposa, resistensi insulin dan sejumlah faktor independen yang menengahi komponen tertentu dari sindrom metabolic (Beilby, 2004).

Patogenesis sindrom metabolik masih tidak jelas, tetapi kelainan dasarnya adalah resistensi insulin (Poerjoto, 2007). Resistensi insulin didefinisikan sebagai suatu kondisi dijumpainya produksi insulin yang normal namun telah terjadi penurunan sensitivitas jaringan terhadap kerja insulin, sehingga terjadi peningkatan sekresi insulin sebagai bentuk kompensasi sel Beta. Resistensi insulin ini sering mendahului onset dari diabetes tipe 2 dan mempunyai kontribusi dalam perkembangan terjadinya keadaan hiperglikemi dan resistensi insulin dijumpai pada sebagian besar pasien dengan Sindrom Metabolik (Reaven, 1988).

Berdasarkan konsep lama, insulin adalah molekul pleiotropik berpengaruh terhadap ambilan asam amino, sintesis protein, proteolitik, adiposit, lipolisis, trigliserid, lipoprotein lipase, VLDL, sekresi TG, ambilan glukosa, sintesis glikogen hati, dan produksi glukosa endogen (Pacini, 2006). Seseorang dinyatakan mengalami RI apabila ada gangguan metabolisme glukosa, respon abnormal terhadap tes toleransi glukosa, dan penurunan insulin dalam menghambat produksi glukosa endogen secara *euglycemic clamp technique*. Karakteristik kelainan ini terdapat pada *overweight* atau obesitas (Bravata *et al*, 2003), sedentari (Mayer-Davis *et al*, 1998), mengonsumsi diet tinggi fat jenuh atau total (Vessby *et al*, 2001). Peningkatan prevalensi obesitas diseluruh dunia kemungkinan adalah penyebab peningkatan terjadinya RI, simet, PJK, dan DM Tipe 2 (Ginsberg, 2000).

#### **b. Besaran Masalah Sindrom Metabolik pada Remaja**

Obesitas pada masa bayi dan remaja telah menduduki proporsi epidemic di seluruh dunia, dengan prevalensi tinggi kedua di negara maju dan berkembang. Prevalensi simet bergantung kepada definisi yang digunakan, suku dan kebangsaan. Prevalensi simet di AS menurut *National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES)* dari 8.814 orang yang berumur 20-29 dan 60-69 tahun adalah 7% dan 40% (Ford *et al*, 2004). Sebaliknya dari *Singapore Cardiovascular Cohort Study* dengan kriteria *IDF* dan *AHA/NHLBI* dari 4.334 orang adalah 17,7% dan 26,2%. Kajian ini juga menunjukkan bahwa angka pada etnik India lebih tinggi dari angka untuk etnik Cina dan etnik Melayu (Lee *et al*, 2007).



Konsep dari Sindrom Metabolik telah ada sejak ±80 tahun yang lalu, pada tahun 1920, Kylin, seorang dokter Swedia, merupakan orang pertama yang menggambarkan sekumpulan dari gangguan metabolik, yang dapat menyebabkan resiko penyakit kardiovaskuler aterosklerosis yaitu hipertensi, hiperglikemi dan gout (Eckel, dkk, 2005).

Pada tahun 1988, Reaven menunjukkan berbagai faktor resiko: dislipidemi, hiperglikemi dan hipertensi secara bersamaan dikenal sebagai *multiple risk factor* untuk penyakit kardiovaskuler dan disebut dengan sindrom X. Selanjutnya sindrom X ini dikenal dengan sindrom resistensi insulin. Dan kemudian NCEP-ATP III menamakan dengan istilah Sindrom Metabolik. Konsep Sindrom Metabolik ini telah banyak diterima secara Internasional (Reaven, 1988). Berdasarkan tinjauan dari beberapa studi, didapatkan angka prevalensi Sindrom Metabolik pada populasi urban laki-laki yaitu dari 8% (India) sampai 24% (Amerika Serikat), sedang untuk wanita dari 7% (Perancis) sampai 46% (India) (Cameron, 2004).

Dalam dua dekade terakhir, terjadi peningkatan SM yang besar, tetapi patogenesisnya masih diperdebatkan apakah SM termasuk sindroma atau independen sebagai faktor risiko PKV (Kahn *et al*, 2005). Menurut Zimmet *et al* (2001) secara global SM berhubungan dengan epidemi obesitas dan diabetes maka dinamakan "*diabesity*" (Grundy *et al*, 2004). Patofisiologi SM dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain RI, obesitas, hipertensi, peranan endoplasmic reticulum (ER), genetik, resistensi leptin, disfungsi sel- $\beta$  dan endotel, *overweight*, aktivitas simpatis, penurunan respon serotonergik, sistem *andocannabinoid*, dan fetus.

Di Indonesia, penyakit hipertensi tidak berkaitan dengan tingkat sosial ekonomi (kuintil pengeluaran) seperti pada kuintil 1 (30,5%) dan kuintil 5 (33,0%), dan mulai banyak dijumpai pada kelompok usia muda 15–17 tahun (8,3%). Penyakit diabetes yang diambil dari 356 kab/kota daerah perkotaan mencakup 24.417 orang (usia > 15 tahun) menunjukkan gambaran lebih tinggi pada kuintil 5 (7,1%) dibanding kuintil 1 (4,1%) (RISKESDAS, 2007).

Menurut data RISKESDAS 2010, pada usia > 18 tahun, Prevalensi Obesitas pada laki-laki lebih rendah (16,3%) dibanding perempuan (26,9%). Sekitar 21,7 % gabungan kategori berat badan lebih (BB lebih) dan obese, yang bisa juga disebut obesitas. Prevalensi obesitas lebih tinggi di daerah perkotaan dibanding daerah perdesaan, sebaliknya prevalensi kurus cenderung lebih tinggi di perdesaan dibanding perkotaan. Menurut data RISKESDAS 2013 didapat bahwa dengan indikator IMT >25 terlihat prevalensi obesitas pada laki-laki sebesar 19,7% dan



perempuan 32,9%. Prevalensi DM, hipertiroid, dan hipertensi pada perempuan cenderung lebih tinggi daripada laki-laki.

### **c. Indikator Sindrom Metabolik pada Remaja**

Kriteria untuk mendiagnosis SM pada anak-anak dan remaja telah dibentuk oleh IDF. Mereka adalah spesifik menurut rentang usia antara 6 dan 10 tahun, antara 10 dan 16 tahun, dan 16 tahun ke atas. Mereka juga telah menyarankan bahwa Sindrom Metabolik tidak boleh didiagnosis pada anak-anak di bawah 10 tahun, tetapi pengurangan dalam berat badan harus didasarkan pada mereka yang dengan obesitas sentral. Antara 10 dan 16 tahun, SM dapat disebabkan oleh obesitas sentral, hal ini diukur dengan menggunakan persentil ke-90 nilai lingkar pinggang berdasarkan jenis kelamin dan usia, dan terkait dengan dua faktor lainnya (peningkatan trigliserida, rendah kolesterol HDL, hipertensi arteri, dan hiperglikemia). Kriteria Diagnosis untuk remaja 16 tahun atau di atasnya adalah sama dengan untuk orang dewasa (Rizzo, et.al., 2013).

Sindrom Metabolik adalah seseorang dengan memiliki sedikitnya 3 kriteria berikut: 1). Obesitas abdominal (lingkar pinggang  $> 88$  cm untuk wanita dan untuk pria  $> 102$  cm); 2). Peningkatan kadar trigliserida darah ( $\geq 150$  mg/dL, atau  $\geq 1,69$  mmol/ L); 3). Penurunan kadar kolesterol HDL ( $< 40$  mg/dL atau  $< 1,03$  mmol/ L pada pria dan pada wanita  $< 50$  mg/dL atau  $< 1,29$  mmol/ L); 4). Peningkatan tekanan darah (tekanan darah sistolik  $\geq 130$  mmHg, tekanan darah diastolik  $\geq 85$  mmHg atau sedang memakai obat anti hipertensi); 5). Peningkatan glukosa darah puasa (kadar glukosa puasa  $\geq 110$  mg/dL, atau  $\geq 6,10$  mmol/ L atau sedang memakai obat anti diabetes) (*Adult Treatment Panel III*, 2001).

Sampai saat ini, tidak ada definisi formal untuk diagnosis sindrom metabolic pada anak-anak dan remaja yang telah dikembangkan. Namun, peningkatan pesat dalam tren obesitas menggarisbawahi urgensi untuk definisi yang bias digunakan untuk lebih memahami siapa yang memiliki risiko tinggi komplikasi kesehatan dan untuk membedakan mereka dengan cara "Simple" atau tidak rumit dari orang-orang yang obesitas (International Diabetes Federation, 2007).

Beberapa studi populasi yang besar telah menetapkan prevalensi sindrom metabolik selama masa kanak-kanak. Meskipun perbandingan langsung di studi terhambat karena

perbedaan dalam definisi sindrom, secara keseluruhan, prevalensi pada anak-anak dan remaja relatif rendah (3% sampai 4%) bila dibandingkan dengan populasi orang dewasa. Untuk itu misalnya, prevalensi usia-disesuaikan dari metabolisme Sindrom berdasarkan definisi ATP III pada orang dewasa AS 23,7%, sedangkan pada orang dewasa berusia 20 sampai 29 tahun itu adalah 6,7% (Cruz dan Goran, 2004).

**Tabel 1. Ringkasan Prevalensi SM pada anak dan remaja**

<i>Characteristics</i>	<i>Chen et. Al</i>	<i>Raitakari et.al</i>	<i>Cruz et.al</i>	<i>Cook et.al</i>
<i>Population</i>	White (n=3631) And Black children (n=2127)	Finnish children (n=1865)	Overweight Hispanic children (mean BMI 97 th percentile; n=126)	White ) n=646), Black (n=824). Mexican-American (n=846) children
<i>Age (y)</i>	5-17	6-18	8-13	12-19
<i>Definition of MS</i>	4 components $\geq 75^{\text{th}}$ percentile for age and gender	3 components $\geq 75^{\text{th}}$ percentile for age and gender	$\geq 3$ components	$\geq 3$ components
<i>Components of the MS Obesity</i>	BMI	NA	Waist circumference $\geq 90^{\text{th}}$ percentile for age and gender/ethnicity(NHANES III)	Waist circumference $\geq 90^{\text{th}}$ percentile for age and gender
<i>Hyperglycemia</i>	NA	NA	Impaired glucose tolerance (2-hour glucose $\geq 140$ mg/dL	Impaired fasting glucose (glucose $\geq 110$ mg/dL)
<i>Hypertension</i>	Mean arterial pressure	Blood pressure	High blood pressure ( $\geq 90^{\text{th}}$ percentile for height, age, and gender)	High blood pressure ( $\geq 90^{\text{th}}$ percentile for height, age, and gender)
<i>Dyslipidemia</i>	TG/HDL Ratio	TGs $\geq 75^{\text{th}}$ percentile HDL Cholesterol ( $\leq 25^{\text{th}}$ percentile)	TGs $\geq 90^{\text{th}}$ percentile for age/gender: HDL $\leq 10^{\text{th}}$ percentile for age and gender (NHANES III)	TGs > 110 mg/dl: HDL < 40 mg/dL
<i>Insulin Resistance Prevalence of MS</i>	Fasting Insulin 4% in White and 3% in Black Children	NA 4%	NA 30%	NA Overall 4,2% Overweight 28.7%
<i>Prevalence of Components %:</i>				Overall Overweight
<i>High Waist Circumference</i>			62	9.8 74.5
<i>Hyperglycemia</i>			27	1.5 2.6
<i>Low HDL Cholesterol</i>			67	23.3 50
<i>High Triglycerides</i>			26	23.4 51.8
<i>High Blood Pressure</i>			22	4.9 11.2

BMI-body mass index; HDL-high density lipoprotein; MS-metabolic syndrome; NA-not available; NHANES-third National Health and Nutrition Examination Survey; TGs-tryglycerides

(Sumber: Cruz dan Goran, 2004)

Definisi baru SM menurut IDF pada anak-anak dan remaja terinspirasi, dari sebagian definisi SM pada orang dewasa. Hal ini didasarkan pada studi sebelumnya yang menggunakan kriteria dewasa dimodifikasi untuk menyelidiki prevalensi pada anak-anak dan remaja. Berbagai macam cut-off poin digunakan menyoroti kebutuhan untuk satu definisi yang akan menggunakan konsisten mengatur kriteria, dan mudah diukur, dengan usia-spesifik dan cut-off poin spesifik berdasarkan jenis kelamin, (International Diabetes Federation, 2007).

**Tabel 2. Ringkasan definisi sindrom metabolik dalam pediatri**

Cook et al. <i>Arch Pediatr Adolesc Med</i> , 2003; 157, 821-7 <sup>4</sup>	de Ferranti et al. <i>Circulation</i> , 2004; 110, 2494-7 <sup>21</sup>	Cruz et al. <i>J Clin Endocrinol Metab</i> , 2004; 89, 108-13 <sup>22</sup>	Weiss et al. <i>N Engl J Med</i> , 2004; 350, 2362-74 <sup>3</sup>	Ford et al. <i>Diabetes Care</i> , 2005; 28, 878-81 <sup>44</sup>	
<b>Three or more of the following</b>					
<b>1</b>	Fasting glucose $\geq 110$ mg/dL	Fasting glucose $\geq 6.1$ mmol/L ( $\geq 110$ mg/dL)	Impaired glucose tolerance (ADA criterion)	Impaired glucose tolerance (ADA criterion)	Fasting glucose $\geq 110$ mg/dL (additional analysis with $\geq 100$ mg/dL)
<b>2</b>	WC $\geq 90^{\text{th}}$ percentile (age- and sex-specific, NHANES III)	WC $> 75^{\text{th}}$ percentile	WC $\geq 90^{\text{th}}$ percentile (age-, sex- and race-specific, NHANES III)	BMI -Z score $\geq 2.0$ (age- and sex-specific)	WC $\geq 90^{\text{th}}$ percentile (sex-specific, NHANES III)
<b>3</b>	Triglycerides $\geq 110$ mg/dL (age-specific, NCEP)	Triglycerides $\geq 1.1$ mmol/L ( $\geq 100$ mg/dL)	Triglycerides $\geq 90^{\text{th}}$ percentile (age- and sex-specific, NHANES III)	Triglycerides $> 95^{\text{th}}$ percentile (age-, sex- and race-specific, NGHS)	Triglycerides $\geq 110$ mg/dL (age-specific, NCEP)
<b>4</b>	HDL-C $\leq 40$ mg/dL (all ages/sexes, NCEP)	HDL-C $< 1.3$ mmol/L ( $< 50$ mg/dL)	HDL-C $\leq 10^{\text{th}}$ percentile (age- and sex-specific, NHANES III)	HDL-C $< 5^{\text{th}}$ percentile (age-, sex- and race-specific, NGHS)	HDL-C $\leq 40$ mg/dL (all ages/sexes, NCEP)
<b>5</b>	Blood pressure $\geq 90^{\text{th}}$ percentile (age-, sex- and height-specific, NHBPEP)	Blood pressure $> 90^{\text{th}}$ percentile	Blood pressure $> 90^{\text{th}}$ percentile (age-, sex- and height-specific, NHBPEP)	Blood pressure $> 95^{\text{th}}$ percentile (age-, sex- and height-specific, NHBPEP)	Blood pressure $\geq 90^{\text{th}}$ percentile (age-, sex- and height-specific, NHBPEP)

(Sumber: International Diabetes Federation, 2007)

Tabel diatas adalah definisi yang sederhana dan mudah untuk diterapkan dalam praktek klinis. Demikian pula untuk kriteria dewasa, ukuran pinggang merupakan komponen utama karena merupakan prediktor independen dari insulin resistensi, tingkat lipid, dan tekanan darah. Selain itu, pada orang usia muda yang mengalami obesitas dan body mass Indeks (BMI) tinggi,



lemak visceral tinggi di jaringan adiposa dan rasio pinggang/pinggul juga tinggi memiliki sensitivitas insulin lebih rendah dari pada mereka yang BMI rendah, lemak visceral rendah, dan rasio pinggang/pinggul rendah.

Berdasarkan penelitian yang di lakukan di Brazil didapat hasil bahwa peningkatan prevalensi overweight dan obesitas, bersama-sama dengan faktor risiko kardiometabolik seperti dislipidemia dan tekanan darah tidak normal, yang diamati pada remaja, berkontribusi terhadap terjadinya Sindrom Metabolik di usia muda. Risiko faktor SM yang lebih umum pada wanita (Rizzo, et.al., 2013).

Sementara itu penelitian lain dengan tempat yang berbeda mendapatkan hasil bahwa prevalensi sindrom metabolik yang tinggi di antara anak-anak obesitas dan remaja, meningkat dengan memburuknya angka obesitas. Biomarker peningkatan risiko yang merugikan didapat ditandai dengan hasil kardiovaskular yang sudah ada pada anak-anak tersebut (Weiss, et.al., 2014).

Dari penelitian lain menyebutkan bahwa hubungan dosis-respons antara masalah sebaya dimasa remaja dan sindrom metabolik pada usia menengah, memiliki peluang 36% lebih tinggi untuk sindrom metabolik pada usia 43 untuk setiap SD masalah sebaya dan skornya lebih tinggi di usia 16. Hubungan ini tetap signifikan setelah penyesuaian untuk kesehatan, perilaku kesehatan, penyesuaian atau keluarga keadaan sekolah pada masa remaja, dan untuk tekanan psikologis, perilaku kesehatan atau keadaan sosial di masa dewasa. Dalam analisis bertingkat berdasarkan jenis kelamin, hasilnya signifikan hanya pada wanita setelah penyesuaian untuk kovariat. rekan masalah secara signifikan terkait dengan semua komponen individu dari sindrom metabolic. Kesimpulannya menunjukkan bahwa adaptasi yang gagal untuk peer group sekolah dapat memiliki konsekuensi abadi untuk metabolisme kesehatan (Gustafsson, et.al., 2012).

Berdasarkan garis besar batasan diatas, didapat indicator untuk anak-anak dan remaja yang kemungkinan mengalami sindrom metabolic adalah pada tabel berikut:



**Tabel 3. Definisi Menurut Konsensus IDF, Sindrom Metabolik pada Anak dan Remaja**

Age group (years)	Obesity* (WC)	Triglycerides	HDL-C	Blood pressure	Glucose (mmol/L) or known T2DM
6-<10	≥90 <sup>th</sup> percentile	Metabolic syndrome cannot be diagnosed, but further measurements should be made if there is a family history of metabolic syndrome, T2DM, dyslipidemia, cardiovascular disease, hypertension and/or obesity.			
10-<16 <b>Metabolic syndrome</b>	≥90 <sup>th</sup> percentile or adult cut-off if lower	≥1.7 mmol/L (≥150 mg/dL)	<1.03 mmol/L (<40 mg/dL)	Systolic ≥130/ diastolic ≥85 mm Hg	≥5.6 mmol/L (100 mg/dL)  (If ≥5.6 mmol/L [or known T2DM] recommend an OGTT)
16+ <b>Metabolic syndrome</b>	Use existing IDF criteria for adults, ie: Central obesity (defined as waist circumference ≥ 94cm for Europid men and ≥ 80cm for Europid women, with ethnicity specific values for other groups*) plus any two of the following four factors: <ul style="list-style-type: none"> <li>• raised triglycerides: ≥ 1.7mmol/L</li> <li>• reduced HDL-cholesterol: &lt;1.03mmol/L (&lt;40 mg/dL) in males and &lt;1.29mmol/L (&lt;50 mg/dL) in females, or specific treatment for these lipid abnormalities</li> <li>• raised blood pressure: systolic B<sub>0</sub> =130 or diastolic B<sub>0</sub> =85mm Hg, or treatment of previously diagnosed hypertension</li> <li>• impaired fasting glycemia (IFG): fasting plasma glucose (FPG) =5.6 mmol/L (≥100 mg/dL), or previously diagnosed type 2 diabetes</li> </ul>				

WC: waist circumference; HDL-C: high-density lipoprotein cholesterol; T2DM: type 2 diabetes mellitus; OGTT: oral glucose tolerance test.  
 \*The IDF Consensus group recognises that there are ethnic, gender and age differences but research is still needed on outcomes to establish risk.

(Sumber: *International Diabetes Federation, 2007*)

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa masing-masing memiliki indicator untuk melihat resiko sindrom metabolic disetiap kategori umur, mulai dari anak-anak (6 - < 10 tahun), Remaja awal (10 - <16 tahun), dan Remaja pertengahan (>16 tahun). Adapun yang menjadi indicator adalah untuk obesitas (waist circumference), triglyceride, HDL-Cholesterol, Tekanan

darah dengan kategori yang berbeda dari kategori ukuran dewasa dan lansia, kadar glukosa darah atau diketahuinya memiliki keturunan DM tipe 2.

#### **IV. Faktor-faktor yang mempengaruhi Sindrom Metabolik pada Remaja**

Faktor risiko SM yang dominan adalah obesitas sentral, RI, inaktivitas fisik, usia dan ketidakseimbangan hormon. Sedangkan diet yang aterogenik akan meningkatkan PKV (Grundy *et al*, 2005). SM disebut juga sindroma RI, yaitu seseorang yang mempunyai kelainan metabolik multipel yang berhubungan dengan penyakit kardiovaskular. Sejak diperkenalkan oleh Reaven tahun 1988, telah dilakukan sejumlah penelitian tentang patofisiologi, epidemiologi, prognostik dan strategi pengobatannya (Gami *et al* 2007).

Hasil penelitian menemukan bahwa sindrom metabolik lebih umum terjadi pada anak-anak dan remaja hal ini sesuai dari yang dilaporkan sebelumnya dan prevalensinya meningkatkan secara langsung dengan meningkatnya kejadian obesitas (Weiss, R, *et.al.*, 2004). Beberapa factor sebagai pencetus terjadinya sindrom metabolik ditentukan dari definisi sesuai dengan umurnya. Definisi ini dibagi sesuai dengan kelompok usia: Umur 6 sampai 10, 10 sampai 16, dan 16 atau lebih tua menurut IDF menunjukkan bahwa sindrom metabolik tidak harus didiagnosis pada anak-anak muda dari 10, hal ini merupakan pesan yang kuat untuk dapat mengurangi berat badan harus bagi mereka yang dengan obesitas abdominal (International Diabetes Federation, 2007).

Untuk anak-anak usia 10 atau lebih tua, sindrom metabolik dapat didiagnosis dengan obesitas abdominal (menggunakan persentil lingkaran pinggang) dan adanya dua atau lebih gejala klinis lain (peningkatan trigliserida, HDL rendah kolesterol, tekanan darah tinggi, peningkatan glukosa plasma). Meskipun hal ini disertai perubahan ukuran tubuh dan proporsi sesuai dengan usia dan perkembangan, dengan tidak adanya data yang pasti kontemporer, kriteria IDF untuk mematuhi nilai absolut dalam definisi dewasa memiliki pengecualian yaitu bahwa satu (daripada seks-spesifik) cut-off HDL dapat digunakan untuk anak-anak 16 tahun atau lebih tua yang disesuaikan dengan kriteria dewasa (International Diabetes Federation, 2007).

Obesitas merupakan penyakit multifaktorial yang diduga bahwa sebagian besar obesitas disebabkan oleh karena interaksi antara faktor genetik dan faktor lingkungan, antara lain aktivitas fisik, gaya hidup, sosial ekonomi dan gizi yaitu perilaku makan dan pemberian makanan padat terlalu dini pada bayi (Nugraha, 2009).

Obesitas sering dianggap sebagai kelainan pada umur pertengahan meskipun dapat terjadi pada semua umur. Obesitas yang muncul pada tahun pertama kehidupan biasanya disertai perkembangan rangka yang cepat dan anak menjadi lebih besar dibandingkan dengan anak lain seusianya. Anak-anak yang mengalami obesitas cenderung menjadi orang dewasa yang juga obesitas. (Misnadiarly, 2007)

Obesitas pada anak-anak muda sering dijumpai dalam keluarga mampu, tetapi akan sulit dijumpai pada keluarga miskin. Keadaan semacam ini misalnya terlihat pada keluarga pedagang maupun pegawai atau karyawan menengah ke atas. Jadi, dalam hal ini umur bukan merupakan penentu utama timbulnya obesitas. (Misnadiarly, 2007).

Obesitas paling sering terjadi pada tahun-tahun pertama kehidupan, pada umur 5-6 tahun dan pada masa remaja. Distribusi dan jumlah lemak subkutan berubah menurut umur dan juga berbeda menurut jenis kelamin. Presentase lemak subkutan anak umur 5-6 tahun pada anak perempuan maupun laki-laki jumlahnya kira-kira sama. Selanjutnya pada anak laki-laki kira-kira umur 8-12 tahun terjadi peningkatan lemak subkutan dan pada awal pubertas atau remaja lemak subkutan menurun. Sedangkan pada anak perempuan, lemak subkutan terus bertambah cepat sampai umur 16 tahun, sampai umur 25 tahun lemak subkutan sedikit menurun. (Hayati, 2010).

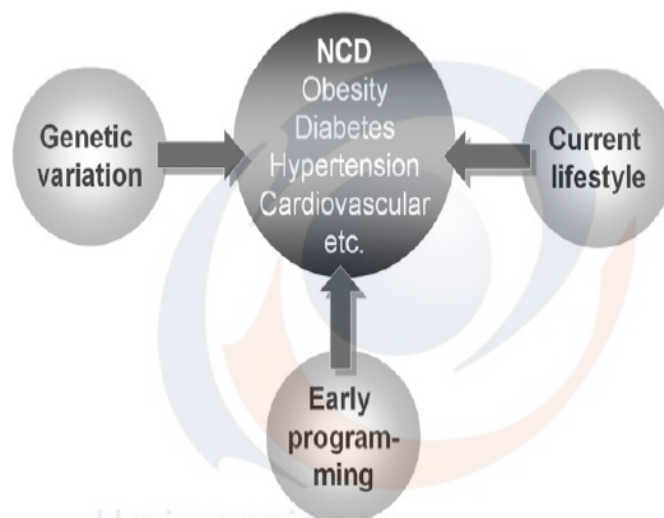
Anak yang berusia <10 tahun memiliki risiko sebesar 3,8 kali mengalami obesitas dibandingkan anak usia  $\geq 10$  tahun. Anak yang berusia 6-12 tahun mengalami masa perkembangan dan pertumbuhan yang lebih stabil dibandingkan bayi dan balita. Pertumbuhan fisiknya terlihat lebih lambat, tetapi perkembangan motorik, kognitif dan emosi sosial mulai matang. Pada periode ini ditandai dengan masa puber, anak perempuan lebih dulu mengalami masa ini dibandingkan anak laki-laki. Kelompok remaja memiliki *growth spurt* dengan pertumbuhan yang pesat sehingga berbagai masalah gizi lebih seperti obesitas sering terjadi pada usia ini. (Sartika, 2011)

Keadaan obesitas yang muncul berhubungan dengan berbagai gangguan termasuk gangguan pada insulin dan gangguan reaksi adipokin sehingga memicu munculnya inflamasi tingkat rendah. Salah satu faktor yang dapat mengaktifkan reaksi inflamasi tersebut adalah asupan lemak terutama asam lemak jenuh (saturated fatty acid), dan kolesterol. Jumlah dan proporsi asupan lemak jenuh dan asupan kolesterol memberikan kontribusi terhadap perkembangan inflamasi tingkat rendah yang berhubungan dengan gangguan metabolic (Poledne, 2013). Asupan lemak tidak hanya berpengaruh pada reaksi inflamasi tetapi juga



berpengaruh pada profil lipid darah yakni berperan dalam peningkatan kadar kolesterol LDL dan menurunkan kadar kolesterol HDL yang menjadi penyebab terjadinya dyslipidemia (ATP III, 2001). Kadar HDL yang rendah akan berpengaruh pada rasio total kolesterol yang dapat digunakan untuk memprediksi risiko penyakit jantung koroner. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan penurunan HDL sebanyak 1 mg/dl dapat meningkatkan risiko terhadap penyakit jantung koroner sebesar 2-3% (Colpo, 2005). Dari hasil penelitian lain menemukan bahwa peningkatan asupan High sugar-sweetened beverage SSB mungkin merupakan prediktor penting dari risiko kardiometabolik pada orang muda, secara independen dipengaruhi oleh berat badan seseorang (Ambrosini, et.al., 2013).

Bila di liat secara garis besar maka, factor-faktor ini dapat digambarkan sebagai berikut:



(Sumber: EARNEST, 2011)

**Gambar 1. Konsep Mets Menurut EARNEST**

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa kejadian sindrom metabolic, juga didasarkan pada tiga factor penting yaitu adanya variasi genetic, pola hidup (lifestyle), dan program awal setelah diketahuinya resiko. Dalam konsep EARNEST, keadaan gizi sebelum dan sesudah kelahiran mempengaruhi perkembangan metabolisme dan status kesehatan dimasa yang akan datang. Olehkarenanya, penting dilakukan program awal sebagai upaya jangka panjang untuk meningkatkan status kesehatan dan kesejahteraan (Koletzko, et.al., 2011).

Dalam penelitian yang dilakukan tim EARNEST dengan tujuan untuk menyelidiki pemahaman konsumen di bidang pemrograman awal kehidupan menyimpulkan bahwa konsep



gizi awal pemrograman secara luas diakui oleh ilmuwan dan badan-badan pemerintah, namun ada kekurangan dari representasi dalam dokumen dan kegiatan masing-masing yang ditargetkan kepada orang tua untuk berkomunikasi tentang gizi awal dan untuk kebijakan dokumen untuk tim profesional. Perbedaan tersebut di tandai juga di antara negara dimana dilihat dari niat pemberian makan bayi, kesehatan yang berhubungan dengan perilaku ibu, dan pandangan ibu tentang relatif pentingnya diet bayi terhadap kesehatan di kemudian hari. Hampir semua ibu yang disurvei (95%) menganggap cara mereka memberi makan bayi mereka penting bagi kesehatan bayi mereka pada tahun pertama kehidupan. Namun, ketika ibu ditanya tentang jangka panjang tertentu, kondisi kesehatan seperti obesitas, tekanan darah tinggi, dan kanker, mereka cenderung berpikir diet awal adalah kurang penting, hal ini memberikan pengetahuan bahwa ibu belum memahami tentang bagaimana diet di awal dapat mempengaruhi kesehatan nantinya. Dari penjelasan tersebut, perlu diberikan pemahaman kepada ibu tentang pentingnya diet awal, bimbingan atau beberapa saran yang harus diberikan di setiap negara berkembang. Dengan menggunakan contoh efek menurunkan tekanan darah yang disebabkan oleh asupan lemak rantai panjang tak jenuh ganda asam pada bulan-bulan pertama kehidupan, potensi kesehatan utama dari manfaat ekonomi dalam program gizi di awal telah ditunjukkan oleh penelitian yang dilakukan oleh Straub et al dalam bahasan saat ini (Koletzko, et.al., 2011).

Dalam penelitian lain ditemukan bahwa ada hubungan linear antara status kelebihan berat badan selama masa kanak-kanak dan fenotip sindrom metabolic pada masa remaja tetapi status kelebihan berat badan saat ini (masa remaja kelebihan berat badan) adalah lebih erat terkait dengan risiko remaja sindrom metabolik dibandingkan Status kelebihan berat badan pada saat anak-anak (KR, Kim, et.al., 2008).

*Parental fatness* merupakan faktor genetik yang berperan besar. Apabila kedua orang tua mengalami obesitas, 80% anaknya kemungkinan akan obesitas. Apabila salah satu orang tua obesitas, prevalensi obesitas menjadi 40% dan jika kedua orang tua tidak obesitas, prevalensi menjadi 14% (Mustofa, 2010).

Dalam penelitian lain menemukan bahwa sindrom metabolik adalah hal yang populer dan meningkat seiring berdasarkan usia dan dengan BMI. Prevalensi bervariasi berdasarkan kategori ras dan etnis tetapi memiliki pola yang berbeda pada pria dan wanita (Ervin, 2009).

Sementara itu Studi nasional dilakukan dalam rangka di survey ketiga untuk Pengawasan dan pencegahan Anak dan Remaja dan Dewasa dalam studi penyakit tidak menular di Iran,

ditemukan bahwa ada hubungan yang kuat pada ALT (alanine aminotransferase), AST (aspartate aminotransferase), dan ALT: rasio AST dengan sebagian besar faktor risiko kardiometabolik. Hubungan ini bebas dari pengukuran indeks antropometri. Enzim hati dapat dianggap sebagai faktor risiko kardiometabolik dari masa kanak-kanak, dan sebagai factor pencetus tambahan kejadian sindrom metabolic (Mohammadi, et.al., 2014).

Penelitian lain yang dilakukan di South East Asia menemukan bahwa Negara-negara Asia Tenggara dengan pendapatan rendah serta negara-negara berpenghasilan atas dan menengah ke bawah berada dalam fase transisi cepat dari kemiskinan untuk kemakmuran. Dengan kondisi tersebut terjadi peningkatan konsumsi karbohidrat dan energi serta asupan lemak melalui *chronotherapy*, dengan adanya defisiensi mikronutrien dan perilaku yang menetap dapat menghalangi atau menyebabkan obesitas dan *metabolisme* sindrom (Omidvar, S., et al. 2013).

## **V. Assessment dan Kebutuhan Gizi pada Remaja yang mengalami Obesitas**

Prinsip diit untuk penderita gizi lebih adalah mengusahakan konsumsi energi yang lebih rendah daripada keluaran (*output*). Pendekatan harus dilakukan melalui pengurangan konsumsi makanan dan peningkatan aktivitas fisik. Aktivitas fisik secara teratur tiap hari sebagai bagian dari kehidupan normal lebih berhasil guna daripada aktivitas berat yang dilakukan sebentar secara teratur.

Untuk memenuhi tujuan pemberian diit pada penderita gizi lebih, perlu diperhatikan syarat-syarat berikut:

1. Rendah energi dan seimbang. Kandungan energi makanan disesuaikan dengan kebutuhan individual yang bergantung pada umur, tingkat kegemukan, dan aktivitas. Pengurangan energi terutama dari pengurangan konsumsi hidrat arang.
2. Protein normal atau sedikit di atas normal.
3. Cukup mineral dan vitamin.
4. Kadar serat tinggi.
5. Pemberian makanan paling kurang dibagi menjadi 3 X sehari.
6. Dalam batas konsumsi energi yang diperbolehkan, diberikan pilihan makanan sebanyak mungkin. Diit ketat tidak dianjurkan.
7. Pelaksanaan diit disertai dengan penyuluhan gizi kepada anak dan orang tua.

IDF merekomendasikan bahwa pencegahan dan manajemen utama untuk metabolisme syndrome adalah gaya hidup sehat. Ini termasuk:

Pembatasan kalori sedang (untuk mencapai berat 5-10 persen berat tubuh pada tahun pertama) Kenaikan rata-rata aktivitas fisik dapat merubah komposisi diet. Farmakoterapi dapat dimasukkan jika keamanannya telah dibuktikan dengan jelas. Deteksi dan pengobatan dini kemungkinan untuk mengurangi morbiditas dan mortalitas pada dewasa dan membantu menjaga seminimal mungkin beban global kardiovaskular penyakit diabetes mellitus tipe2. Dengan adanya informasi ini dapat digunakan sebagai alat untuk membuat pemerintah dan masyarakat lebih sadar dengan masalah yang terkait obesitas dan kemungkinan perkembangan sindrom metabolik pada anak-anak dan remaja. Hasilnya dapat diantisipasi dengan mendorong pemerintah untuk menciptakan lingkungan yang memungkinkan untuk perubahan gaya hidup. Ini akan membutuhkan pendekatan yang terkoordinasi di semua sector termasuk kesehatan, pendidikan, olahraga dan pertanian, hal ini adalah satu-satunya cara untuk mencegah beban masa depan diabetes tipe 2 dan penyakit kardiovaskular (International Diabetes Federation, 2007).

Dalam penelitian lain terkait dengan konsumsi susu didapat bahwa tidak ada perbedaan asupan total susu di usia 13-36 tahun pada peserta yang dengan kelebihan berat badan dan tidak, begitupun pada peserta yang mengalami sindrom metabolic ataupun tidak di usia 36 tahun. Asupan susu tinggi lemak selama masa remaja cenderung lebih tinggi dengan berat badan rendah, persentase lemak tubuh yang lebih rendah, lingkaran pinggang yang lebih rendah dan konsentrasi trigliserida yang lebih rendah pada usia 36 tahun. Pada mereka yang memiliki setidaknya dua faktor risiko MS dan hemoglobin glikosilasi tinggi, perbedaan asupan susu berada di arah yang berlawanan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hipotesis ini tidak dapat dibuktikan yaitu pencegahan konsumsi susu dapat berpotensi terhadap kelebihan berat badan dan gangguan metabolisme (S.J. te Velde, et.al., 2011).

Dalam penelitian lain menunjukkan bahwa tidak ada bukti yang kuat terkait dengan konsumsi low-glycemic load diet (LGD) dan low-fat diet (LFD) dapat mengurangi BMI /Body Mass Indeks pada aspek sindrom metabolic remaja Hispanik. Kedua diet ini dikatakan dapat menurunkan rata-rata Z-score BMI dan ini program penurunan berat badan secara komprehensif



ini sesuai dengan kondisi budaya setempat,. Percobaan ini terdaftar di [clinicaltrials.gov](http://clinicaltrials.gov) sebagai NCT01068197 (Mirza, et.al., 2013).

Untuk mengukur resiko terjadinya sindrom metabolic pada bab sebelumnya telah dibahas terkait beberapa indicator yang menjadi acuan dalam resiko sindrom metabolic pada remaja. Dalam hal ini khususnya remaja yang mengalami obesitas, sehingga cara pengukuran tersebut lebih mengarah kepada pengukuran BMI, lingkar pinggang dan panggul. Dalam penelitian yang dilakukan di Tehran, didapat bahwa pengukuran Obesitas pada perut dengan cara antropometri yaitu dengan rasio lingkar pinggang panggul, dan lingkar pinggang merupakan deteksi awal memprediksi sindrom metabolic pada remaja laki-laki di Taheran (11-18 thn) daripada BMI (Barzin, et.al., 2012).

Dalam penelitian lain yang dilakukan untuk melihat struktur laten Mets pra-klinis dalam sampel berbasis masyarakat dari 286 laki-laki dan 312 remaja wanita, menilai adipositas perut mereka (VF) langsung dengan pencitraan resonansi magnetik. Sampel usia 12-18 tahun remaja yang tinggal di Saguenay-Lac St. Jean region of Quebec. Menemukan bahwa ada perbedaan lemak visceral, tekanan darah [BP], kadar trigliserida puasa dalam darah, kolesterol HDL dan glukosa pada remaja laki-laki dan perempuan (Melka, et.al., 2013).

1. Kecukupan Energy

Energy diperlukan untuk kegiatan sehari-hari dan proses metabolisme tubuh. Pada remaja perempuan 10-12 tahun, kebutuhannya sebesar 50-60 kkal/kg BB hari. Sedangkan pada remaja laki-laki 10-12 tahun kebutuhannya sebesar 55 – 60 kkal/kgBB/hari, untuk usia 13 – 18 tahun sebesar 45 – 55 kkal/kgBB/hari.

2. Kecukupan Protein

Kebutuhan Protein meningkat karena proses tumbuh kembang berlangsung cepat. Pada remaja laki-laki usia 10-12 tahun kebutuhannya sebesar 40 g/hr, usia 13-15 tahun 60 gr/hr, usia 16-18 tahun sebesar 65 gr/hr. Sementara itu, untuk remaja perempuan usia 10-12 tahun kebutuhannya sebesar 50 gr/hr, usia 13-15 tahun sebesar 57 gr/hr, usia 16-18 tahun sebesar 50 gr/hr. Sumber protein hewani dapat diperoleh dari telur, ikan, daging, unggas, susu, dan hasil olahannya, sedangkan protein nabati diperoleh dari kacang-kacangan dan hasil olahannya.

3. Kebutuhan Vitamin dan Mineral



Kebutuhan vitamin dan mineral juga meningkat dimasa ini. Khusus di remaja perempuan perlu diperhatikan asupan zat besi dan folat, vitamin A, C, dan berbagai vitamin B agar terhindar dari anemia dan masalah gizi lain. Sumbernya dapat diperoleh dari hati, daging, unggas, kuning telur, sereal kasar, sayur dan buah serta kacang-kacangan. (Yayasan Danone Institut, 2010).

Ada beberapa yang perlu diperhatikan dalam mencegah terjadinya sindrom metabolic pada remaja yaitu:

1. Variasi makanan
2. Pola hidup bersih
3. Aktivitas Fisik
4. Pemantauan berat badan ideal

Dari penelitian yang dilakukan di Northern Swedia didapat bahwa Menonton TV dan aktivitas fisik yang rendah dengan waktu luang di masa remaja Secara bebas memprediksi kejadian sindrom metabolik dan beberapa komponen sindrom metabolik pada pertengahan masa dewasa. Temuan ini menunjukkan bahwa penurunan menonton TV pada masa remaja, di Selain aktivitas fisik secara teratur, dapat berkontribusi untuk kesehatan kardiometabolik di kemudian hari (Wenneberg, et.al., 2013).

Penelitian tersebut menjelaskan bahwa pentingnya aktifitas fisik dalam mencegah terjadinya sindrom metabolic. Aktifitas disini adalah olahraga teratur yang dapat berkontribusi terhadap sistem kardiometabolik.

## **VI. Penanggulangan Sindrom Metabolik Remaja**

The National Cholesterol Education Program-Adult Treatment Panel III (NCEP ATP III) mendapatkan bahwa sindrom metabolic merupakan indikasi untuk dilakukan intervensi terhadap gaya hidup yang ketat meliputi diet, latihan fisik, dan intervensi farmakologik (American heart Association, 2010 dan John, M. et.al., 2004).

Penurunan berat badan secara bermakna dapat memperbaiki semua aspek dari sindrom metabolic. Demikian pula peningkatan aktifitas fisik dan pengurangan asupan kalori akan

memperbaiki abnormalitas sindrom metabolic. Perubahan diet spesifik ditujukan terhadap aspek-aspek tertentu dari sindrom metabolic seperti:

1. Mengurangi asam lemak jenuh untuk menurunkan resistensi insulin
2. Mengurangi asupan garam untuk menurunkan tekanan darah
3. Mengurangi asupan Karbohidrat dengan indeks glikemik tinggi untuk menurunkan kadar glukosa darah dan trigliserida.

Diet yang banyak mengandung buah-buahan, sayur-sayuran, biji-bijian, lemak tak jenuh dari produk susu rendah lemak bermanfaat pada sebagian besar pasien dengan sindrom metabolic (Merentek, 2006).

Selain itu factor yang menjadi penyebab terjadinya sindrom metabolic adalah stress emosional. Oleh karenanya, perlu menghindari stress emosional yang dapat menyebabkan terjadinya sindrom metabolic. Hal ini di buktikan oleh penelitian yang dilakukan di Inggris. Penelitian ini melihat hubungan antara status afektif pada masa remaja dan dewasa, dan sindrom metabolic pada usia 53 tahun di kelompok orang dengan kelahiran di Inggris. Ini juga menyelidiki apakah dua Polimorfisme gen CRP (rs1205 dan rs3093068) yang terkait dengan status afektif dan metabolisme syndrome, dan apakah hubungan antara status afektif dan sindrom metabolic dimodifikasi oleh polimorfisme CRP. Hasilnya didapat bahwa Orang yang dengan tingkat emosional tinggi dapat menjadi factor terjadinya sindrom metabolic sehingga perlu adanya pengelolaan kesehatan fisik pada pasien (D. Gaysina et al. 2011).

## BAB II GIZI ATLET

### 1. PENDAHULUAN

Kebutuhan zat gizi tiap individu berbeda-beda, begitu pula dengan kebutuhan zat gizi atlet dimana terdapat faktor yang mempengaruhi seperti usia, jenis kelamin, pengalaman, dan juga jenis olahraga dan latihan itu sendiri. Atlet sendiri seringkali dibedakan menjadi atlet elit/profesional dan juga atlet rekreasional/non profesional. Atlet elit memiliki porsi latihan yang lebih banyak dibandingkan atlet rekreasional karena adanya kompetisi yang perlu diikuti dan dimenangkan, sementara atlet rekreasional biasanya berolahraga secara rutin demi menjaga kesehatan dan kebugarannya saja. Tetapi kebutuhan gizi atlet elit dan rekreasional tidak jauh berbeda.

Terdapat sedikit perbedaan peran gizi pada kedua jenis atlet. Pada atlet elit, gizi berperan agar atlet tersebut dapat beradaptasi lebih baik dalam cabang olahraga yang digeluti, dan juga untuk menjadikannya lebih unggul saat kompetisi berlangsung. Sementara atlet rekreasional perlu memperhatikan asupan gizinya untuk meningkatkan performa olahraganya dengan mengurangi gangguan pencernaan yang dapat mengganggu, dan juga memenuhi kebutuhan energi sebelum, sesudah, dan setelah berolahraga.

Seorang *sport nutritionist* diharapkan memiliki kemampuan untuk menilai (*Assessment*) status dan kebutuhan gizi, juga memberikan saran/panduan diet secara tepat kepada seorang atlet baik elit maupun rekreasional.

### 2. ENERGI

Seperti yang telah diketahui, energi yang dibutuhkan oleh tubuh untuk beraktifitas berasal dari zat gizi makro, yaitu karbohidrat, lemak, dan protein. Didalam tubuh, zat gizi makro akan di metabolisme untuk menghasilkan energi dalam bentuk ATP (*Adenosine Triphosphate*). Didalam sel, ATP akan dihidrolisis menjadi ADP dan menghasilkan energi bebas yang dapat dimanfaatkan sel untuk menjalankan reaksi biokimia yang membutuhkan energi, seperti sintesis protein.



Karena pentingnya peran energi dalam proses fisiologi manusia, terdapat lebih dari satu sistem/cara untuk menghasilkan energi, begitu pula pada saat berolahraga. Saat berolahraga, sistem energi dapat dibagi menjadi 3, yaitu:

1. Sistem *Phosphagen*. Merupakan sistem tercepat untuk menghasilkan ATP, yaitu melalui resintesis ATP. Senyawa *phosphocreatine* (PCr) memiliki peran penting dalam proses resintesis pada sistem ini. Setelah ATP diubah menjadi ADP untuk menghasilkan energi, PCr dapat menyumbangkan senyawa fosfatnya kepada ADP, sehingga akan membentuk ATP lagi. Meskipun sistem ini dapat menghasilkan ATP dengan cepat, sistem ini tidak dapat berlangsung dalam waktu yang lama (kira-kira hanya bisa menahan otot untuk berkontraksi selama 4 detik saja sebelum persediaan PCr dan ATP habis). Karena adanya teori sistem ini, terdapat asumsi bahwa suplementasi kreatin dapat meningkatkan performa olahraga, karena suplementasi kreatin dapat meningkatkan cadangan PCr dalam otot sehingga meningkatkan proses refosforilasi ADP menjadi ATP. Contoh olahraga yang memanfaatkan sistem ini untuk menghasilkan energi adalah sprint (dibawah 100m) dan golf (saat memukul).

2. Sistem Glikolisis Anaerobik. Glikolisis merupakan salah satu langkah dalam proses respirasi sel, dimana glukosa dioksidasi sehingga menghasilkan 2 molekul ATP, piruvat dan koenzim tereduksi NADH. Glukosa dapat diambil dari sirkulasi darah/dari dalam bentuk cadangannya yaitu glikogen. Glikolisis anaerobik terjadi pada saat jumlah oksigen dalam tubuh rendah, dan kebutuhan ATP meningkat. Pada glikolisis anaerobik akan menghasilkan asam laktat, terutama pada olahraga dengan intensitas tinggi. Penumpukan asam laktat dari hasil glikolisis anaerobik ini akan menyebabkan kelelahan otot (rasa pegal pada otot). Contoh olahraga yang memanfaatkan sistem ini untuk menghasilkan energi adalah berenang (kurang dari 1,5 km), dan juga anggar (*fencing*).

3. Sistem Fosforilasi Oksidatif. Pada sistem ini, terjadi proses rantai transpor elektron, yang merupakan langkah terakhir dalam proses respirasi sel. Pada proses ini akan dihasilkan banyak ATP melalui proses reoksidasi koenzim pereduksi yang dihasilkan pada tahap sebelumnya (siklus krebs dan glikolisis). ATP yang dihasilkan oleh sistem ini sebanyak 38 ATP (ditambah dari ATP yang dihasilkan pada glikolisis dan siklus krebs). Sistem ini merupakan satu-satunya sistem penghasil energi (ATP) yang dapat mendukung olahraga dengan durasi yang panjang. Contoh olahraga yang memanfaatkan sistem energi ini adalah marathon, dan juga basket.

### 3. ZAT GIZI MAKRO

#### 3.1. Karbohidrat

Seperti yang telah dibahas sebelumnya, bahwa glukosa merupakan zat gizi utama yang digunakan untuk menghasilkan energi (ATP), yaitu melalui proses respirasi sel. Glukosa yang dibutuhkan dapat diambil dari sistem peredaran darah, maupun dari glikogen melalui proses glikogenolisis. Glikogen merupakan bentuk cadangan glukosa yang banyak disimpan dalam sel otot dan juga dapat ditemukan pada hati.

Karbohidrat merupakan sumber energi utama yang digunakan dalam olahraga *endurance* dan juga olahraga repetitif dan berintensitas tinggi yang memanfaatkan sistem glikolisis anaerobik. Ada dua pertimbangan utama saat menentukan asupan karbohidrat dalam diet atlet, yaitu:

1. Rasio karbohidrat dalam diet lebih banyak dibandingkan zat gizi makro lainnya, karena untuk menjaga kesehatan jangka panjang sesuai dengan panduan dari organisasi kesehatan pada umumnya.
2. Mempertimbangkan kebutuhan zat gizi dari jenis olahraga yang dilakukan, dan melihat apakah mungkin dilakukan manipulasi karbohidrat guna meningkatkan performa saat latihan dan kompetisi.

Untuk diet pada saat latihan sehari-hari, prinsipnya tidak jauh berbeda dengan prinsip gizi seimbang. Atlet disarankan untuk mengonsumsi karbohidrat kompleks yang bervariasi seperti sereal, sayur, dan buah, juga mengurangi konsumsi gula sederhana yang biasanya terkandung dalam makanan ringan dan minuman manis. Konsumsi sumber karbohidrat yang variatif juga dapat membantu atlet memenuhi kebutuhan vitamin, mineral, dan juga serat.

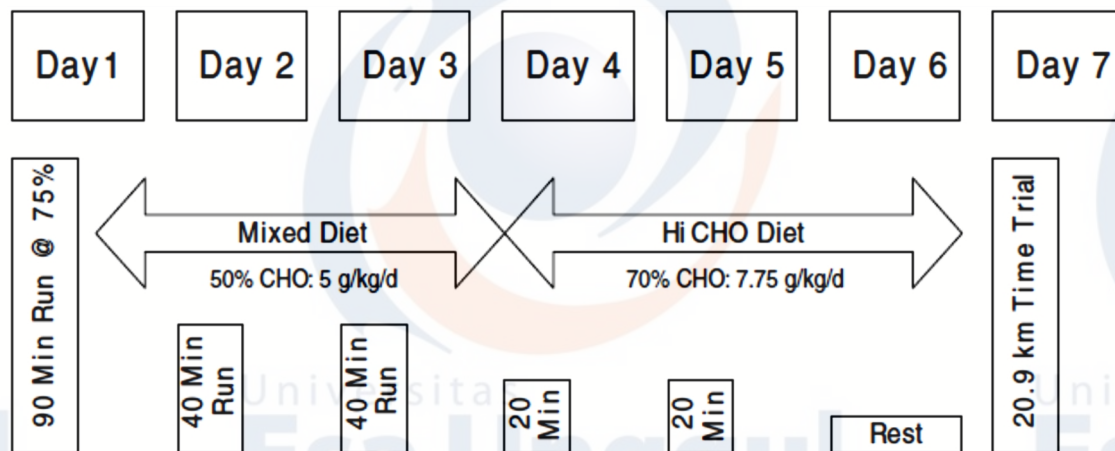
Rasio kebutuhan karbohidrat atlet berkisar antara 60-65% dari total kebutuhan energi, hingga 65-70% dari total energi jika latihan yang dilakukan cukup berat/melelahkan. Selain itu kebutuhan karbohidrat atlet juga harus disesuaikan dengan berat badannya untuk memastikan asupan yang adekuat, yaitu 10g/kg berat badan untuk atlet yang menjalani latihan berat, dan sekitar 7g/kg berat badan untuk latihan yang tidak berat. Peran karbohidrat selama latihan sangat penting, yaitu untuk menghasilkan cadangan glikogen, terutama pada latihan intensif. Penurunan

performa saat latihan dan kompetisi akan terjadi apabila terjadi penurunan konsentrasi glikogen yang progresif. Konsumsi karbohidrat dalam bentuk suplemen cair dapat dipertimbangkan untuk membantu atlet memenuhi kebutuhan karbohidratnya yang tinggi.

Manipulasi karbohidrat biasanya dilakukan pada jenis olahraga *endurance* seperti bersepeda dan lari. Waktu manipulasi karbohidrat pada olahraga *endurance* dapat dibagi menjadi beberapa waktu, yaitu:

a. Seminggu sebelum kompetisi (*Carbohydrate Loading*)

Strategi *carbohydrate loading* sering digunakan kepada atlet jenis olahraga *endurance* berdurasi lama, seperti olahraga sepeda atau lari. Strategi ini dilakukan seminggu sebelum hari perlombaan, dan terbukti dapat meningkatkan jumlah glikogen otot sehingga mengoptimalkan oksidasi karbohidrat dan meningkatkan ketahanan otot. Berikut merupakan skema strategi *carbohydrate loading* yang telah di modifikasi sehingga lebih mudah dilakukan oleh atlet.



Gambar 1. Strategi *Carbohydrate Loading* yang telah dimodifikasi.  
Diadaptasi dari Sherman, W.M. et al (1981)

Pada Gambar 1 merupakan contoh strategi *carbohydrate loading* termodifikasi yang dapat diterapkan pada atlet lari jarak jauh.. Strategi ini dilakukan sejak 1 minggu sebelum pertandingan, dimana strategi durasi latihan dibuat “meruncing” yaitu tinggi di hari pertama dan terakhir (pada saat kompetisi) dan rendah di pertengahan. Pada masa awal, dimana durasi latihan masih relatif tinggi, asupan karbohidrat dalam diet diatur menjadi rendah (50%) sehingga asupan lemak dan protein menjadi relatif tinggi. Lalu pada 3 hari sebelum hari kompetisi, durasi latihan diturunkan dan jumlah asupan karbohidrat ditingkatkan menjadi 70% sehingga menstimulasi penyimpanan gilkogen otot, yang dapat meningkatkan performa pada saat kompetisi (hari ke-7).



Pemilihan jenis karbohidrat yang digunakan dalam strategi ini adalah kombinasi antara karbohidrat kompleks dengan karbohidrat sederhana. Baik karbohidrat kompleks yang mendominasi diet maupun karbohidrat sederhana yang dominan, keduanya menghasilkan efek yang sama setelah diuji. Strategi *carbohydrate loading* dilakukan dalam jangka pendek, sehingga penggunaan karbohidrat sederhana dalam diet seharusnya tidak akan menimbulkan resiko kesehatan yang signifikan.

b. Sebelum latihan (makan berat)

Makan (makan berat) sebelum latihan/kompetisi juga dapat dimanfaatkan untuk memaksimalkan cadangan karbohidrat yang nantinya dapat meningkatkan performa atlet. Makanan yang utamanya terdiri dari bahan makanan pokok (karbohidrat) dapat meningkatkan cadangan glikogen pada otot dan hati sebelum olahraga berlangsung. Atlet dianjurkan untuk makan berat sebelum melakukan olahraga *endurance* berdurasi lama untuk memenuhi kebutuhan energinya, karena menurut penelitian, berpuasa sebelum berolahraga dapat menurunkan performa pada saat berolahraga. Makanan yang dikonsumsi harus mengandung energi dan karbohidrat yang adekuat, diberikan pada waktu yang tepat agar tidak menimbulkan rasa tidak nyaman pada sistem pencernaan, dan juga makanan tersebut harus mengikuti selera atlet.

Jumlah karbohidrat yang terkandung dalam makanan atlet 1 jam sebelum berolahraga harusnya mengandung 1-2 gram/kg berat badan, untuk memastikan pengosongan lambung yang maksimal, makanan berat juga dapat dikonsumsi 3-4 jam sebelum berolahraga, dengan jumlah karbohidrat sebanyak 4,5 gram/kg berat badan. Sebagai tambahan, pemberian makanan sebelum berolahraga dan disertai dengan pemberian makanan pada saat berolahraga, memberikan efek positif yang dapat meningkatkan performa.

Tidak ada anjuran khusus dalam pemilihan bahan makanan berdasarkan indeks glikemik nya, karena menurut penelitian, efek yang dihasilkan oleh indeks glikemik akan dinormalkan saat berolahraga. Yang perlu diperhatikan adalah respon tubuh atlet tersebut terhadap makanan yang dikonsumsi sebelum latihan, yaitu dari segi komposisi, jumlah, dan waktu, selain itu praktis/tidaknya makanan tersebut untuk dikonsumsi juga perlu diperhatikan. Perlu dicatat juga bahwa merubah/memberikan pola diet baru sebelum kompetisi penting sangat tidak disarankan.

### c. Selama berolahraga

Pada saat olahraga berlangsung, terutama olahraga intensitas sedang sampai tinggi dengan durasi panjang, karbohidrat yang tersimpan akan terpakai dan berkurang seiring waktu. Banyak penelitian yang telah membuktikan bahwa dengan mengonsumsi karbohidrat selama berolahraga *endurance* (seperti bersepeda/lari) dapat membantu mempertahankan kadar gula darah dan oksidasi karbohidrat, sehingga meningkatkan kapasitas daya tahan dan performa.

Peningkatan kapasitas daya tahan/performa didapatkan ketika mengonsumsi karbohidrat sebanyak 0,5-1 gram/kg berat badan setiap 1 jam selama olahraga berlangsung. Biasanya karbohidrat diberikan dalam bentuk minuman (minuman olahraga) yang mengandung karbohidrat sederhana seperti glukosa atau maltodekstrin. Pemberian makanan dalam bentuk padat tidak dianjurkan, karena kurang praktis dan dapat menimbulkan rasa tidak nyaman. Tetapi pemberian makanan padat terbukti dapat juga meningkatkan performa, sama seperti pemberian minuman. Pemberian makanan padat dapat diberikan pada olahraga *ultra endurance*, yaitu olahraga *endurance* yang durasi nya sangat panjang (6 jam/lebih).

Pemberian minuman berkarbohidrat/minuman olahraga sangat dianjurkan, karena selain dapat mengoptimalkan oksidasi karbohidrat, minuman olahraga juga dapat membantu status hidrasi atlet agar tetap optimal. Konsentrasi karbohidrat yang terkandung dalam minuman olahraga yang diberikan harus diperhatikan, karena akan mempengaruhi jumlah energi yang dihasilkan dan juga durasi proses pengosongan perut dan penyerapannya, minuman dengan konsentrasi karbohidrat yang lebih tinggi akan memberikan energi yang lebih tinggi, tetapi proses pengosongan perut nya lebih lambat.

Minuman dengan konsentrasi karbohidrat hingga 10% cocok diberikan tanpa mengganggu proses thermoregulasi tubuh atlet, biasanya minuman olahraga yang dijual secara komersil memiliki konsentrasi karbohidrat sebesar 6-8%. Dari hasil studi menunjukkan bahwa minuman yang mengandung campuran glukosa dan fruktosa dapat menghasilkan laju oksidasi karbohidrat eksogen tertinggi, sehingga dapat mengoptimalkan penggunaan karbohidrat sebagai sumber energi pada saat olahraga *endurance*. Strategi pemberian makanan baik sebelum dan saat berolahraga harus dijalani secara rutin dan disesuaikan dengan preferensi atlet untuk menghindari gangguan pencernaan.

### d. Segera setelah berolahraga

Pemberian karbohidrat setelah berolahraga penting dilakukan oleh atlet olahraga yang berlangsung lebih dari satu kali dalam waktu dekat, misalnya turnamen sepak bola atau basket, dimana atlet perlu mengganti cadangan karbohidrat dengan cepat dan pulih dengan cepat sebelum kompetisi selanjutnya. Cadangan karbohidrat dapat diisi kembali dengan cepat apabila karbohidrat dikonsumsi sesegera mungkin setelah olahraga berat, karena penundaan makan selama 2 jam setelah berolahraga dapat menurunkan sintesis glikogen.

Studi menunjukkan bahwa glikogen dapat disintesis kembali dengan cepat apabila diberikan karbohidrat sebanyak 0,75-1,6 gram/kg berat badan selama 4 jam dengan interval 1 jam sekali. Tetapi perlu diperhatikan bahwa konsumsi karbohidrat yang banyak dalam waktu yang singkat dapat menyebabkan rasa tidak nyaman pada saluran pencernaan. Jenis karbohidrat yang disarankan untuk dikonsumsi selama proses ini adalah karbohidrat dengan indeks glikemik tinggi, selain karbohidrat dapat juga menambahkan protein/asam amino, diet ini sebaiknya dikonsumsi dalam porsi kecil tetapi sering.

### 3.2. Lemak

Lemak berperan penting sebagai sumber energi pada saat melakukan olahraga dengan intensitas yang relatif rendah. Trigliserida merupakan lemak yang digunakan sebagai cadangan energi terbesar didalam tubuh, yang banyak disimpan pada jaringan adiposa, juga disimpan pada otot rangka dan plasma. Jumlah lemak yang disimpan didalam tubuh lebih banyak dibandingkan jumlah glikogen yang disimpan.

Asam lemak dapat dioksidasi pada saat melakukan aktifitas fisik jangka panjang, sehingga menghambat proses pengurangan glikogen dan terjadinya hipoglikemia. Asam lemak yang akan dioksidasi didapatkan dari trigliserida yang berasal dari jaringan adiposa, otot, dan plasma. Penggunaan trigliserida sebagai sumber energi, selain dipengaruhi oleh intensitas dan durasi olahraga, juga dipengaruhi faktor lain seperti latihan *endurance*, diet, usia, dan jenis kelamin.

Meskipun lemak merupakan cadangan energi terbesar didalam tubuh, asupan lemak pada atlet perlu diperhatikan, karena konsumsi lemak yang berlebih dapat menghasilkan efek negatif terhadap kesehatan. Rasio lemak yang disarankan dalam makanan atlet dapat mengikuti anjuran dari organisasi kesehatan nasional, misalnya pada Amerika Serikat dengan komposisi diet 30% lemak, 15% protein, dan 55% karbohidrat. Jenis lemak yang dikonsumsi pun sebaiknya



diperhatikan, dimana konsumsi lemak tidak jenuh baik tunggal maupun ganda (omega 3 dan 6) ditingkatkan, meminimalisir konsumsi lemak jenuh, dan tidak mengonsumsi lemak trans.

Penggunaan lemak sebagai sumber energi akan terjadi secara optimal pada saat melakukan olahraga dengan intensitas rendah hingga sedang. Maka dari itu penggunaan energi saat berolahraga dapat dioptimalkan dengan cara meningkatkan intensitas olahraga/latihan secara bertahap dari rendah ke tinggi, agar menghemat glikogen. Selain itu, hasil studi menunjukkan bahwa kapasitas pemanfaatan lemak akan meningkat setelah melakukan latihan olahraga *endurance*. Selain pemanfaatan lemak sebagai penghemat glikogen, konsumsi lemak tertentu juga dapat memberikan dampak positif kepada atlet, seperti antiinflamasi, membantu proses pemulihan secara umum, menjaga keseimbangan hormon, dan juga menjaga kesehatan tulang.

### 3.3. Protein

Protein memiliki peran penting dalam diet seseorang, terutama pada diet seorang atlet. Hal ini dikarenakan protein merupakan zat gizi yang banyak ditemukan dalam struktur tubuh, juga pada enzim, nukleoprotein, dan transpor oksigen, selain itu protein (asam amino) memiliki peran biologis penting pada semua jaringan tubuh dan juga hampir keseluruhan proses metabolisme tubuh memerlukan protein. Kebutuhan protein pada atlet lebih banyak dibandingkan dengan kebutuhan protein non-atlet, protein dan asam amino mempengaruhi massa dan kekuatan otot, metabolisme energi, dan fungsi imun yang akan mempengaruhi performa atlet.

Diet protein tinggi sangat umum dilakukan oleh atlet, terutama atlet olahraga *strength* dan juga binaragawan. Peningkatan asupan protein dalam diet atlet tidak hanya didasarkan untuk meningkatkan massa dan kekuatan otot saja, namun juga karena adanya peningkatan kebutuhan energi pada atlet, sehingga kebutuhan asupan protein juga meningkat, sama dengan kebutuhan zat gizi makro lainnya. Akan tetapi, diet protein tinggi perlu diperhatikan, karena asupan protein yang terlalu tinggi dapat memberatkan kerja ginjal.

Asupan protein yang dianjurkan adalah sebanyak 2,2 gram/kg berat badan, anjuran ini cocok untuk atlet yang ingin memaksimalkan massa otot tubuh dan juga menjaga berat badan agar tidak berlebih karena adanya hipertrofi otot, namun tidak cocok untuk atlet yang bertanding dalam cabang olahraga berat seperti *football*, angkat beban, binaragawan dimana perlu asupan

protein yang lebih banyak untuk memaksimalkan komposisi tubuhnya dan performanya, dimana asupan proteinnya dapat mencapai 50% dari kebutuhan energi.

Selain meningkatkan massa otot, protein juga berperan dalam metabolisme energi, bahkan protein dapat digunakan sebagai sumber energi tubuh. Protein dapat menghasilkan energi melalui 4 cara, yaitu: (1) oksidasi langsung senyawa-senyawa *carbon skeleton* (senyawa asam alfa-keto yang tersisa dari hasil eliminasi amonia dari asam amino), (2) glukoneogenesis (pembentukan glukosa dari senyawa non karbohidrat) melalui alanin, glutamin, dan laktat, (3) protein diubah dan disimpan dalam bentuk lipid atau glikogen, dan (4) kontribusi dalam reaksi anaplerotik yang terjadi dalam mitokondria dan sitoplasma yang menghasilkan 2 atom karbon dalam siklus krebs.

#### 4. ZAT GIZI MIKRO

Seperti yang telah diketahui, zat gizi mikro pada umumnya terbagi menjadi vitamin dan mineral, keduanya memiliki peran yang penting didalam tubuh, tetapi tidak dibutuhkan dalam jumlah banyak seperti zat gizi makro. Meningkatnya aktifitas fisik karena berolahraga dapat memaksimalkan penggunaan zat gizi mikro oleh tubuh, sehingga tubuh akan kehilangan zat gizi mikro lebih cepat (misalnya kehilangan mineral melalui keringat dan urin). Atlet yang memiliki massa otot tinggi membutuhkan asupan zat gizi mikro yang adekuat untuk proses pemulihan ototnya. Pada subbab ini, zat gizi mikro akan dibahas sesuai perannya dalam menjaga kesehatan atlet.

##### 4.1. Vitamin B, yodium, kromium, dan metabolisme energi

Vitamin B kompleks terdiri dari beberapa jenis vitamin B, beberapa jenis vitamin B seperti tiamin, riboflavin, niasin, asam pantotenat, vitamin B6 dan biotin dibutuhkan dalam proses pembentukan energi (kofaktor dalam siklus krebs), sintesis protein dan asam lemak, dan juga metabolisme karbohidrat. Begitu juga dengan mineral yodium dan kromium yang memiliki peran dalam metabolisme energi. Yodium berperan sebagai komponen struktural hormon-hormon tiroid, bertanggung jawab atas regulasi pertumbuhan dan perkembangan tubuh, juga laju metabolisme, sementara kromium dibutuhkan dalam fungsi insulin dan metabolisme glukosa.

Vitamin B dapat ditemukan pada berbagai macam bahan makanan, sehingga defisiensi vitamin B jarang terjadi apabila bahan makanan yang dikonsumsi bervariasi. Defisiensi vitamin

B dapat terjadi pada atlet vegetarian dan juga atlet dengan gangguan makan (*eating disorder*), namun defisiensi ini tidak akan mempengaruhi kapasitas aerobik. Suplementasi vitamin B dapat diberikan pada atlet selama tidak melebihi batas maksimal asupan dari tiap vitamin B. Vitamin B merupakan vitamin larut air, sehingga mudah diekskresikan melalui urin apabila berlebih.

#### 4.2. Kalsium, vitamin D, dan kesehatan tulang

Kalsium merupakan komponen utama dalam struktur tulang. Kombinasi dari kalsium dan fosfor akan membentuk *hydroxyapatite* yang keras, yang memberikan kekuatan pada tulang. Vitamin D juga berperan dalam menjaga kesehatan tulang, karena vitamin D dapat meningkatkan penyerapan kalsium dan fosfor. Mineral magnesium dan fluor juga berperan dalam proses mineralisasi tulang.

Meningkatnya aktifitas fisik tidak akan menyebabkan peningkatan kalsium/vitamin yang terbuang, bahkan sebaliknya, olahraga dapat meningkatkan densitas tulang. Tetapi perlu diingat bahwa olahraga yang berlebih dapat menyebabkan penurunan produksi hormon estrogen, yang berperan dalam menjaga massa tulang. Defisiensi vitamin D sering ditemukan pada atlet, terutama atlet yang berkulit lebih gelap, melakukan olahraga didalam ruangan, dan yang tinggal di daerah berketinggian tinggi.

Kalsium sendiri banyak ditemukan pada bahan makanan susu dan olahannya seperti keju, dan yoghurt, sementara vitamin D bisa didapatkan dengan berjemur dibawah sinar matahari, susu dan olahannya, telur, dan jamur. Suplementasi kalsium dan vitamin D pada atlet sangat disarankan, terutama pada atlet yang lebih beresiko mengalami defisiensi terutama atlet wanita. Suplementasi kalsium sebanyak 1500 mikrogram dan vitamin D sebanyak 400-800 IU (*International Units*) dapat diberikan pada atlet yang mengalami gangguan makan (*eating disorder*) dan juga pada saat *amenorrhea* (menstruasi).

#### 4.3. Zat besi, vitamin B12, folat, dan kesehatan darah

Zat besi merupakan komponen penting yang membentuk struktur hemoglobin. Hemoglobin merupakan sebuah senyawa protein dalam sel darah merah yang berperan sebagai transpor oksigen menuju jaringan tubuh. Selain itu zat besi juga berperan dalam pembentukan ATP melalui proses rantai transpor elektron. Karena peran dan fungsinya dalam pembentukan



energi dan metabolisme sel, zat besi merupakan zat gizi yang penting bagi atlet, terutama atlet olahraga *endurance*.

Kebutuhan zat besi pada atlet lebih tinggi dibandingkan dengan kebutuhan zat besi normalnya, bahkan dapat mencapai 70% lebih banyak. Akan tetapi, kebutuhan zat besi pada atlet jarang terpenuhi, sehingga banyak atlet yang mengalami anemia defisiensi zat besi. Adapun atlet yang lebih beresiko mengalami defisiensi zat besi adalah sebagai berikut:

1. Atlet yang menjalani diet dengan pembatasan energi
2. Atlet remaja (karena meningkatnya kebutuhan pada masa pertumbuhan)
3. Atlet vegetarian (karena zat besi non heme lebih sulit diserap tubuh)
4. Atlet wanita yang mengalami menstruasi
5. Atlet yang menjalani latihan di tempat yang memiliki ketinggian tinggi
6. Atlet olahraga *endurance*, terutama pelari
7. Atlet yang sedang cedera/mengalami luka
8. Atlet yang sering melakukan donor darah

Suplementasi tambahan zat besi dapat diberikan pada atlet yang mengalami anemia defisiensi zat besi, akan tetapi untuk menormalkan anemia juga memerlukan waktu 3-6 bulan, dan juga suplemen zat besi seringkali sulit ditoleransi oleh sistem pencernaan. Maka dari itu tindakan pencegahan lebih disarankan untuk atlet sebelum mengalami anemia defisiensi zat besi. Tindakan pencegahan dapat dilakukan dengan memastikan asupan zat besi adekuat yang berasal dari makanan. Contoh makanan yang kaya zat besi adalah daging merah, daging ayam, ikan, dan telur, selain itu zat besi juga dapat ditemukan pada sereal utuh, sayuran hijau, kacang-kacangan, dan biji-bijian. Untuk atlet vegetarian dapat disarankan untuk mengonsumsi sumber vitamin C juga untuk meningkatkan penyerapan zat besi non-heme. Selain itu perlu diperhatikan bahwa tanin (pada teh dan kopi), dan juga kalsium dapat menghambat penyerapan zat besi.

Selain zat besi, vitamin B12 dan folat juga dibutuhkan dalam menjaga kesehatan darah, karena keduanya diperlukan dalam proses pembentukan sel darah merah, dan juga berperan dalam sintesis protein, perbaikan jaringan tubuh, dan juga fungsi sistem syaraf. Atlet wanita, vegetarian, dan juga atlet yang menjalani olahraga *endurance* memiliki resiko defisiensi vitamin B12 dan folat. Defisiensi vitamin B12 dan folat masing-masing dapat menyebabkan anemia, sama seperti zat besi. maka dari itu untuk atlet yang beresiko mengalami defisiensi perlu

menambahkan bahan makanan yang kaya folat (sayuran hijau dan sereal utuh), dan juga kaya vitamin B12 (daging merah, telur, susu, tempe).

#### 4.4. Zink dan magnesium

Zink dan magnesium merupakan mineral yang berperan sebagai kofaktor pada beberapa metabolisme energi yang melibatkan kerja enzim. Zink juga berperan dalam membantu pertumbuhan dan pemulihan jaringan otot, juga berperan dalam fungsi imun. Sementara magnesium memiliki peran dalam sintesis protein, fungsi imun, dan kontraksi otot. Defisiensi zink dan magnesium jarang terjadi pada atlet, namun perlu diperhatikan bahwa zink dan magnesium dapat terbuang melalui keringat, urin, dan feses.

Apabila terjadi defisiensi zink, fungsi *cardiorespiratory* dapat menurun, dan juga penurunan kekuatan dan daya tahan otot, sehingga performa atlet akan menurun juga. Begitu juga dengan defisiensi magnesium, dapat menurunkan performa atlet. Suplementasi magnesium dapat diberikan pada atlet yang mengalami defisiensi, akan tetapi pemberian 1 dosis suplemen zink tidak disarankan karena dapat mengganggu penyerapan zat besi dan kalsium, juga menyebabkan keracunan zink. Untuk mencegah defisiensi zink dapat melalui konsumsi makanan sumber zink seperti daging merah, biji-bijian, kacang-kacangan, susu, dan juga telur.

#### 4.5. Kalium, natrium, klorida, dan keseimbangan cairan

Keseimbangan cairan tubuh dapat dijaga dengan menjaga keseimbangan elektrolit didalam tubuh. Natrium dan klorida merupakan dua senyawa elektrolit yang berperan penting dalam menjaga keseimbangan cairan tubuh. Natrium berperan sebagai kation utama yang berada pada cairan ekstraseluler, sedangkan klorida berperan sebagai anion utama yang berada pada cairan intraseluler. Selain itu natrium dan kalium memiliki peran dalam transmisi impuls syaraf dan kontraksi otot. Atlet sangat mudah kehilangan cairan elektrolit melalui keringat, sehingga kebutuhan natrium dan klorida pada atlet lebih tinggi daripada umumnya.

Natrium dan klorida umumnya ditemukan pada bahan makanan dalam bentuk natrium klorida (NaCl) atau biasa dikenal sebagai garam. Garam banyak ditemukan pada bahan makanan seperti garam meja, kecap, saus komersil, makanan olahan, daging, susu, dan roti, sehingga kebutuhan garam mudah terpenuhi. Akan tetapi atlet yang berpartisipasi dalam kompetisi olahraga *endurance* perlu mengonsumsi minuman elektrolit untuk mengembalikan cairan

elektrolit yang hilang dengan cepat. Sedangkan kalium banyak ditemukan pada buah-buahan seperti pisang, sayuran, dan susu dan olahannya.

#### 4.6. Antioksidan

Antioksidan merupakan zat gizi mikro yang memiliki fungsi mencegah terjadinya stress oksidatif didalam tubuh. Antioksidan dapat mengurangi resiko terkena penyakit kronis, tetapi belum diketahui secara pasti apakah dengan mengonsumsi antioksidan dapat meningkatkan performa atlet. Contoh zat gizi yang memiliki fungsi sebagai antioksidan adalah vitamin C dan vitamin E. Vitamin E dapat mencegah oksidasi asam lemak tidak jenuh ganda dan fosfolipid yang berada pada membran sel. Sementara vitamin C berperan dalam mengembalikan fungsi vitamin E setelah vitamin E selesai menjalankan fungsinya, selain itu vitamin C juga berperan dalam proses regenerasi sel kulit.

Vitamin C banyak ditemukan pada buah dan sayur, sedangkan vitamin E banyak ditemukan pada biji-bijian, dan kacang-kacangan. Suplementasi antioksidan tidak dianjurkan secara khusus untuk atlet, karena perannya dalam performa atlet masih dipelajari, namun mengonsumsi makanan yang kaya akan antioksidan mungkin dapat membantu dalam proses pemulihan atlet.

#### 5. HIDRASI

Sebanyak 40-70% dari total komposisi tubuh manusia adalah cairan. Ada banyak faktor yang mempengaruhi komposisi cairan tubuh seperti jenis kelamin, usia, dan tipe komposisi tubuh itu sendiri. Seseorang yang memiliki massa otot yang tinggi, memiliki cairan tubuh yang lebih tinggi, hal ini dikarenakan jaringan otot mengandung lebih banyak air (hingga 70%) dibandingkan dengan jaringan lemak (hingga 10%). Cairan berperan penting dalam tubuh manusia, misalnya sebagai transpor zat gizi dan juga limbah metabolisme tubuh, selain itu cairan juga berperan sebagai pelumas sendi, dan bantalan organ, cairan juga berfungsi untuk menjaga suhu tubuh agar tetap stabil.

Asupan cairan didapatkan dari diet (makanan dan minuman) dan juga proses metabolisme. Sebanyak 60% asupan cairan berasal dari minuman, baik itu air putih maupun jus dan minuman berperisa. Lalu sebanyak 30% asupan cairan berasal dari makanan, contoh



makanan yang mengandung banyak cairan adalah buah dan sayur. Terakhir adalah berasal dari proses metabolisme, yang hanya sedikit menyumbang asupan cairan tubuh.

Dehidrasi dapat terjadi saat kadar cairan tubuh sangat rendah yang biasanya disebabkan karena kehilangan cairan yang berlebih. Cairan dapat dikeluarkan melalui kulit (keringat), nafas (ekspirasi), urin, dan juga feses. Peningkatan aktifitas fisik (berolahraga) dapat meningkatkan jumlah cairan tubuh yang hilang, maka dari itu atlet sangat rentan terkena dehidrasi, terlebih atlet yang melakukan olahraga intensitas tinggi, dan juga atlet yang berolahraga di cuaca yang kering. Dehidrasi dapat mempengaruhi metabolisme pada otot, regulasi temperatur tubuh, fungsi kardiovaskular, dan juga kapasitas olahraga atlet, sehingga dehidrasi dapat menurunkan performa atlet.

Biasanya, olahraga dengan intensitas sedang selama 1 jam dapat menyebabkan kehilangan cairan sebesar 0,5-1 liter, jumlah cairan yang hilang tentunya dipengaruhi dari intensitas olahraga dan keadaan sekitar (temperatur dan kelembapan). Penting bagi atlet untuk menjaga status hidrasi nya agar tidak terjadi dehidrasi yang menyebabkan penurunan performa, maka dari itu berikut saran untuk mencegah terjadinya dehidrasi saat berolahraga:

a. Sebelum berolahraga

Mengonsumsi cairan tambahan sebelum berolahraga dilakukan sebagai tindakan pencegahan dehidrasi saat nanti berolahraga, hal ini penting pada saat melakukan kompetisi olahraga yang tidak memungkinkan atlet untuk minum di sela olahraga. Tindakan pencegahan ini dapat dilakukan dengan mengonsumsi air sebanyak 500 ml sebelum berolahraga, lalu 500 ml saat bangun tidur, dan 400-600 ml air dingin (tetapi tidak terlalu dingin) 20 menit sebelum berolahraga. Dalam sebuah studi pada atlet elit sepak bola, terbukti bahwa dengan mengonsumsi cairan sebanyak 4,5 liter per hari selama 1 minggu sebelum pertandingan dapat membantu regulasi suhu tubuh menjadi lebih baik.

b. Selama berolahraga

Rehidrasi selama berolahraga juga penting dilakukan oleh atlet meskipun telah melakukan tindakan pencegahan sebelum berolahraga. Mengonsumsi air sebelum dan saat berolahraga harus dilakukan untuk mengatasi kekurangan cairan yang besar saat berolahraga, terlebih pada olahraga berintensitas tinggi dan pada cuaca panas. Hanya dengan menghidrasi tubuh sebelum berolahraga tidak cukup, begitu juga dengan tindakan rehidrasi saat berolahraga

tanpa disertai adanya hidrasi sebelum berolahraga. Perlu diingat bahwa lambung memiliki kapasitas pengosongan lambung (hingga 1 liter/jam), sehingga konsumsi cairan berlebih saat berolahraga akan menyebabkan gangguan seperti rasa tidak nyaman.

c. Setelah berolahraga

Mekanisme haus tidak cocok digunakan sebagai indikator hidrasi tubuh pada atlet, sehingga diperlukan cara lain untuk memastikan atlet tidak mengalami dehidrasi setelah berolahraga. Menghitung jumlah cairan tubuh yang hilang dapat dilakukan dengan cara menghitung selisih berat badan atlet sebelum dan sesudah berolahraga, setiap 0,5 kg penurunan berat badan setara dengan 450 ml cairan tubuh yang hilang. Selain itu warna dan bau urin juga dapat dijadikan indikator kecukupan cairan tubuh atlet (warna yang pekat, dan bau yang menyengat menunjukkan adanya dehidrasi). *Water break* sangat disarankan saat melakukan olahraga agar jumlah cairan tubuh yang hilang setelah berolahraga tidak terlalu banyak.

## 6 . MENENTUKAN KEBUTUHAN GIZI ATLET

Untuk menentukan kebutuhan zat gizi atlet memerlukan banyak pertimbangan, seperti usia, jenis kelamin, antropometri, jenis olahraga, dan lainnya. Jenis olahraga sendiri secara umum terbagi menjadi dua, yaitu olahraga *cardiorespiratory* (bergantung pada sistem kardiovaskular dan pernafasan) dan olahraga *resistance* (mengandalkan sistem otot rangka). Olahraga *cardiorespiratory* juga lebih mengandalkan pembentukan energi secara aerobik, sedangkan olahraga *resistance* mengandalkan sistem anaerobik.

Intensitas tiap jenis olahraga baik *cardiorespiratory* maupun *resistance* dapat diukur dengan satuan METs (*Metabolic Equivalent*s), yang menggambarkan seberapa banyak energi yang diperlukan saat tubuh dalam keadaan istirahat setelah melakukan olahraga tersebut. Setiap 1 MET kurang lebih setara dengan asupan oksigen sebanyak 3,5 mL/kg/menit, tetapi jumlahnya akan berbeda-beda bagi tiap individu, dan harus dihitung secara langsung.

Dalam menentukan kebutuhan gizi seorang atlet, hal yang paling penting dan harus diperhatikan terlebih dahulu adalah kebutuhan energi, karena energi dibutuhkan oleh atlet baik pada saat berolahraga maupun pada fase pemulihan. Tetapi kebutuhan energi masing-masing atlet berbeda satu sama lain, maka dari itu perlu dilakukan perhitungan *energy expenditure* (EE) terlebih dahulu. Perhitungan EE yang akurat dapat diukur menggunakan metode *direct*

*calorimetry*, yaitu dengan mengukur kalor/panas yang dihasilkan oleh tubuh, namun metode ini memerlukan biaya yang cukup besar dan kurang praktis. Setelah itu ada juga metode *indirect calorimetry* yaitu dengan menghitung jumlah oksigen yang dikonsumsi tubuh dan karbon dioksida yang dihasilkan tubuh untuk menentukan laju metabolik, metode ini dapat digunakan untuk mengukur laju metabolik saat istirahat, maupun saat beraktifitas dengan intensitas sedang hingga tinggi.

Sekarang, perhitungan EE tidak lagi memerlukan alat seperti pada metode *direct calorimetry* maupun *indirect calorimetry*, tetapi EE pada saat fase istirahat (*resting energy expenditure/REE*) dapat diprediksi dengan cukup akurat menggunakan rumus. Rumus yang biasa digunakan untuk menghitung REE seseorang adalah rumus Harris-Benedict (1919) dan juga rumus Mifflin (1990), keduanya membutuhkan data subjek seperti jenis kelamin, berat badan, tinggi badan, dan juga umur. Dibawah ini merupakan rumus Mifflin (1990) yang dapat digunakan untuk memprediksi REE:

- Wanita:  $REE \text{ (kJ/hari)} = (9,99 \times \text{berat badan (kg)}) + (6,25 \times \text{tinggi badan (cm)}) - (4,92 \times \text{usia (tahun)}) - 161$
- Pria:  $REE \text{ (kJ/hari)} = (9,99 \times \text{berat badan (kg)}) + (6,25 \times \text{tinggi badan (cm)}) - (4,92 \times \text{usia (tahun)}) + 5$

Dengan menggunakan rumus diatas, maka dapat diketahui *energy expenditure* seseorang pada fase istirahat. Setelah itu REE dapat dikalikan dengan faktor aktifitas fisik, untuk mengetahui EE seseorang per hari dengan mempertimbangkan kegiatannya sehari-hari. Adapun faktor aktifitas fisik yang dapat digunakan untuk mengalikan REE sebagai berikut:

- 1,0 – 1,39 : Aktifitas rendah, tidak banyak bergerak, misalnya duduk di kantor
- 1,4 – 1,59 : Aktifitas ringan, disertai 30-60 menit aktifitas berintensitas ringan seperti berjalan
- 1,6 – 1,89 : Aktifitas sedang, banyak berdiri, membawa barang bawaan ringan, berjalan selama 60 menit
- 1,9 – 2,5 : Aktifitas tinggi, pekerjaan berat, pekerjaan yang banyak bergerak/atlet profesional

Setelah mengetahui perkiraan EE/hari seorang atlet, pertimbangkan tujuan diet atlet tersebut, apakah perlu mengurangi berat badan, meningkatkan, atau mempertahankan. Misalnya



untuk menurunkan berat badan, strategi diet pada umumnya adalah dengan mengurangi asupan kalori secara bertahap disertai dengan peningkatan intensitas olahraga secara bertahap. Perlu diingat bahwa jumlah asupan kalori seorang atlet bersifat dinamis, tidak hanya mengikuti hasil perhitungan rumus semata, namun banyak hal yang harus dipertimbangkan juga, seperti pola latihan yang berubah misalnya.

Setelah kebutuhan kalori atlet ditentukan, asupan zat gizi makro dapat ditentukan sesuai dengan tujuan diet, jenis olahraga, dan faktor lainnya, seperti yang telah dijelaskan pada subbab 3. Asupan mineral mikro juga dapat dipertimbangkan, sesuai dengan penjelasan pada subbab 4, penggunaan bahan makanan yang variatif akan membantu atlet untuk memenuhi kebutuhan zat gizi mikro nya. Penggunaan makanan olahraga (*sports food*) juga dapat dipertimbangkan kedalam diet atlet untuk membantu atlet mencapai target asupan zat gizi nya. *Sports food* sudah mulai dijual secara komersil, seperti *sports bar*, *carbohydrate gel*, dan juga minuman berprotein.

Selain *sports food*, ada juga *sports supplements* (suplemen olahraga) yang juga dapat membantu atlet memenuhi kebutuhan zat gizi nya. Berbeda dengan makanan olahraga, suplemen olahraga mengandung satu/lebih senyawa (zat gizi) dalam jumlah yang tidak biasa (biasanya dalam konsentrasi tinggi). Suplemen olahraga banyak beredar secara komersil, dan sangat umum penggunaannya di kalangan atlet elit maupun atlet rekreasional. Penggunaan suplemen harus sangat diperhatikan agar tidak menghasilkan dampak yang negatif bagi kesehatan atlet. Perlu diketahui, beberapa studi menunjukkan bahwa beberapa suplemen olahraga menghasilkan efek “plasebo”. Efek plasebo pada atlet muncul ketika ia merasakan adanya perubahan yang berarti karena ia mempercayai bahwa dengan mengonsumsi suplemen tersebut akan bermanfaat bagi dirinya, bukan karena adanya efek fisiologis secara langsung. Tetapi efek plasebo ini bukanlah masalah selama memberikan dampak positif pada atlet yang dapat meningkatkan performanya.

Perlu diperhatikan juga bahwa ada suplemen olahraga yang direkomendasikan, hingga beresiko dan dilarang penggunaannya pada atlet. Berikut pengelompokan suplemen olahraga yang diambil dari *The Australian Institute of Sport*:

a. Grup A. Merupakan kelompok suplemen yang telah memiliki bukti ilmiah yang cukup, sehingga direkomendasikan penggunaannya sesuai dengan protokol ilmiah yang ada. Contoh suplemen yang masuk kedalam grup A adalah *sports food*, suplemen medis (suplemen zat besi, kalsium, multivitamin, probiotik), kafein, kreatin, golongan nitrat, bikarbonat, dan juga beta-alanin.

b. Grup B. Merupakan kelompok suplemen yang dipertimbangkan sebagai bermanfaat sehingga perlu penelitian lebih lanjut untuk memastikan manfaatnya. Penggunaan suplemen ini dianjurkan hanya dikonsumsi oleh atlet dibawah protokol penelitian atau disaat untuk memantau respon atlet setelah mengonsumsi suplemen tersebut. Contohnya adalah asam amino (BCAA/leusin, tirosin), antioksidan, polifenol, suplemen keton.

c. Grup C. Merupakan kelompok suplemen yang memiliki sangat sedikit bukti ilmiah yang menyatakan bahwa suplemen ini bermanfaat, sehingga atlet tidak disarankan untuk mengonsumsi suplemen ini. Menurut *The Australian Institute of Sport*, suplemen yang termasuk kedalam grup C adalah suplemen pada grup A dan B yang penggunaannya tidak sesuai protokol, dan juga suplemen yang tidak tercantum dalam grup A, B maupun D dapat dimasukkan kedalam grup C.

d. Grup D. Merupakan kelompok suplemen yang sudah dilarang penggunaannya maupun suplemen yang memiliki resiko tinggi untuk tercemar oleh substansi ilegal yang dapat terdeteksi saat melakukan tes darah (tes doping), sehingga suplemen ini sangat tidak direkomendasikan untuk dikonsumsi atlet. Contohnya adalah *hormone booster*, stimulan (*ephedrine*, metilheksanamin, stimulan herbal), kolostrum, dan lainnya.

Diet atlet bersifat dinamis dan eksklusif, artinya diet tersebut harus mengikuti banyak pertimbangan seperti status gizi atlet, jenis olahraga, kebiasaan makan, pola hidup, dan lainnya. Diet atlet yang tepat dapat ditemukan dengan *trial and error* (monitoring dan evaluasi), karena dengan memonitoring respon atlet terhadap diet yang diberikan, ahli gizi dapat menentukan apakah diet tersebut sesuai atau masih perlu ada evaluasi/penyelarasan. Dengan memberikan diet kepada atlet dengan tepat dan sesuai dengan panduan yang ada, dapat membantu menciptakan atlet yang unggul, profesional, dan berkualitas.

## BAB III GIZI TENAGA KERJA

### 1. PENDAHULUAN

Dalam suatu perusahaan/pekerjaan apapun bentuknya, tenaga kerja/karyawan yang bekerja di perusahaan tersebut pasti didominasi oleh kelompok usia produktif. Menurut *Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD)*, rentang usia 15-64 tahun merupakan usia produktif seseorang. Biasanya, seseorang mulai bekerja/produktif sejak usia 20 tahun atau lebih, sehingga gizi tenaga kerja dapat disamakan dengan gizi orang dewasa (20-64 tahun). Masa ini merupakan masa penentuan atas kualitas hidup seseorang nantinya, dimana faktor seperti diet, aktivitas fisik, berat badan, gaya hidup, dan faktor-faktor lingkungan akan menentukan kesehatan orang itu sendiri.

Selama masa ini, tubuh seseorang akan mulai berhenti bertumbuh dan berkembang, dan seiring bertambahnya usia akan terjadi penurunan fungsi fisiologis, fungsi organ, dan lainnya. Performa kerja seseorang juga akan menurun apabila tidak ada upaya untuk menjalani gaya hidup yang sehat. Gaya hidup yang tidak sehat juga dapat meningkatkan resiko terkena penyakit baik degeneratif maupun infeksi, yang nantinya juga akan menurunkan produktivitas. Maka dari itu, gaya hidup yang sehat, khususnya diet dan aktivitas fisik yang baik, diperlukan agar produktivitas tenaga kerja tetap optimal.

### 2. ENERGI

Perhitungan energi untuk tenaga kerja (dalam keadaan sehat/normal), sama seperti perhitungan energi pada umumnya, yaitu bisa dengan menggunakan rumus untuk menghitung *resting energy expenditure (REE)* yang diciptakan oleh Mifflin-St. Jeor (1990), dimana:

- Pria:  $REE = (9,99 \times \text{berat badan (kg)}) + (6,25 \times \text{tinggi badan (cm)}) - (4,92 \times \text{usia (tahun)}) + 5$
- Wanita:  $REE = (9,99 \times \text{berat badan (kg)}) + (6,25 \times \text{tinggi badan (cm)}) - (4,92 \times \text{usia (tahun)}) - 161$

Setelah REE tenaga kerja terhitung, kalikan hasilnya dengan faktor aktivitas fisik. Besar pengali faktor aktivitas fisik bergantung dari beban/seberapa aktif tenaga kerja tersebut dalam kesehariannya. Pengali faktor aktivitas fisik dapat dibagi menjadi 4, yaitu:



- 1,00 : Aktivitas rendah, tidak banyak bergerak, misalnya duduk bekerja di depan komputer
- 1,12 : Aktivitas ringan, disertai 30-60 menit aktivitas ringan seperti berjalan, misalnya operator mesin
- 1,27 : Aktivitas sedang, banyak berdiri dan membawa barang bawaan ringan, berjalan selama 60 menit, misalnya *door to door salesman*
- 1,48 : Aktivitas tinggi, pekerjaan berat dan banyak bergerak, misalnya kuli bangunan

Setelah dikalikan dengan faktor aktivitas fisik, akan didapat kebutuhan energi tenaga kerja setiap hari dalam satuan kkal/hari. Perlu diingat, bahwa rumus perhitungan ini ditujukan untuk seseorang dalam keadaan normal (Status gizi normal) dan sehat. Apabila status gizi tenaga kerja tidak normal, misalnya obesitas, pengurangan kalori secara bertahap dapat dilakukan hingga status gizi menjadi normal, begitu juga dengan tenaga kerja yang memiliki status gizi kurang, penambahan kalori secara bertahap dapat dilakukan.

Seiring bertambahnya usia, akan terjadi penurunan laju metabolisme dan *Energy Expenditure* (EE), hal ini disebabkan karena adanya penurunan aktivitas fisik dan massa otot. Dari usia 25-65 tahun juga terdapat penurunan kapasitas kerja sebanyak 5-10% tiap dekade. Selain itu faktor seperti obesitas, gangguan otot, dan penyakit lainnya dapat menyebabkan penurunan EE dan kapasitas fisik seseorang.

### 3. KEBUTUHAN ZAT GIZI

Rekomendasi asupan zat gizi untuk tenaga kerja tidak berbeda dengan anjuran yang sudah ada, yaitu:

#### 3.1. Karbohidrat

Dianjurkan 45-65% dari total energi dalam sehari, dengan membatasi asupan gula sederhana/gula tambahan agar tidak melebihi 25% dari total energi, dan juga mengonsumsi serat sebanyak 21-25 gram bagi wanita, dan 30-38 gram bagi pria. Karbohidrat merupakan sumber energi utama, sehingga asupannya penting diperhatikan dalam diet seorang tenaga kerja. Asupan karbohidrat yang tidak adekuat dapat menyebabkan rasa lemas, dan juga penurunan konsentrasi. Pemilihan jenis karbohidrat dalam diet seseorang harus diperhatikan, misalnya lebih memilih karbohidrat kompleks dibandingkan karbohidrat sederhana. Karbohidrat kompleks seperti nasi, kentang, roti, cocok dikonsumsi oleh tenaga kerja terutama sebelum bekerja, karena akan memberikan rasa kenyang yang lebih lama, dan juga akan menghasilkan cadangan energi

(glikogen) jika dibandingkan dengan karbohidrat sederhana seperti gula pasir, sirup, dan makanan manis lainnya. Selain itu, karbohidrat kompleks pada umumnya memiliki indeks glikemik yang lebih rendah dibandingkan dengan karbohidrat sederhana, sehingga menjaga kadar gula darah tetap normal.

### 3.2. Protein

Dianjurkan 10-35% dari total asupan energi sehari. Protein memiliki banyak peran dalam tubuh manusia, misalnya dibutuhkan dalam pembentukan dan pemeliharaan jaringan otot, tulang, pembentukan enzim, dan sel darah merah. Defisiensi protein dapat menyebabkan penurunan jaringan otot, kapasitas kerja otot, dan juga penurunan sistem imun, maka dari itu asupan protein dapat mempengaruhi produktivitas tenaga kerja. Didalam tubuh, protein dipecah menjadi bentuk paling sederhananya yaitu asam amino, yang akan digunakan dalam berbagai macam kegiatan fisiologis tubuh. Asam amino terbagi menjadi dua jenis, yaitu asam amino esensial dan non-esensial. Keduanya diperlukan oleh tubuh, tetapi asam amino esensial tidak diproduksi didalam tubuh, sehingga perlu adanya asupan asam amino esensial dari makanan. Untuk memastikan asupan asam amino esensial yang adekuat, tenaga kerja dapat memilih sumber protein yang memiliki asam amino lengkap (biasanya pada produk hewani seperti telur, daging, susu). Tetapi kombinasi dari beberapa jenis sumber protein nabati seperti kacang-kacangan dan biji-bijian juga dapat membantu memenuhi kebutuhan asam amino esensial.

### 3.3. Lemak

Dianjurkan sebanyak 20-35% dari total kebutuhan energi sehari, dengan meminimalisir asupan asam lemak jenuh dan lemak trans, serta meningkatkan asupan asam lemak tidak jenuh seperti EPA dan DHA. Lemak berperan sebagai cadangan energi, pembentukan hormon, membran sel, dan juga sebagai transpor vitamin larut lemak (A, D, E, K). Asam lemak tidak jenuh seperti EPA, DHA, asam lemak omega-3 dan omega-6 merupakan asam lemak esensial yang sangat bermanfaat bagi kesehatan, terutama kesehatan kardiovaskular. Dengan meningkatkan asupan asam lemak esensial pada diet tenaga kerja, dapat menurunkan resiko penyakit degeneratif seperti hipertensi, aterosklerosis, dan lainnya. Asam lemak esensial dapat ditemukan pada bahan makanan seperti ikan (minyak ikan), makanan laut seperti udang dan kerang, juga pada minyak dari biji-bijian, dan juga kedelai. Konsumsi lemak jenuh dan trans (seperti pada makanan ringan kemasan, gorengan) harus dihindari, karena dapat menyebabkan

obesitas, dan gangguan kardiovaskular, yang dapat menyebabkan penurunan kesehatan dan produktivitas.

#### 3.4. Vitamin dan mineral

Asupan vitamin dan mineral dapat mengikuti anjuran dari tabel angka kecukupan gizi (AKG) Indonesia, sesuai dengan kelompok usia masing-masing tenaga kerja. Meskipun vitamin dan mineral tidak menghasilkan energi, keduanya memiliki peran penting dalam berbagai macam aktivitas fisiologis tubuh, seperti sebagai koenzim, antioksidan, dan lainnya. Beberapa vitamin dan mineral yang harus diperhatikan dalam diet seorang tenaga kerja adalah:

- Beberapa jenis vitamin B seperti niasin, karena memiliki peran dalam proses metabolisme energi,
- Vitamin C dan E, berperan sebagai antioksidan untuk mencegah stress oksidatif dan menjaga kesehatan secara umum,
- Vitamin D, dengan kalsium dan fosfor membantu menjaga kesehatan tulang, terutama bagi tenaga kerja yang banyak beraktivitas didalam ruangan dan memakai pakaian tertutup,
- Zat besi, membentuk sel darah merah dan mencegah anemia, terutama pada tenaga kerja wanita yang sedang mengalami menstruasi,
- Natrium dan klorida (garam), menjaga keseimbangan cairan elektrolit tubuh.

#### 3.5. Cairan

Dianjurkan sebanyak 3,7 liter/hari untuk pria, dan 2,7 liter/hari untuk wanita (menurut survey NHANES III di Amerika Serikat) atau 2 liter/hari untuk pria maupun wanita menurut Kemenkes RI. Kebutuhan cairan tiap tenaga kerja berbeda-beda, beberapa faktor yang mempengaruhi jumlah kebutuhan cairan seseorang misalnya jenis kelamin, komposisi tubuh, aktivitas fisik (jenis pekerjaan), hingga suhu dan kelembapan tempat bekerja. Kebutuhan cairan seseorang akan lebih tinggi apabila orang tersebut berjenis kelamin laki-laki, memiliki massa otot yang tinggi, dalam kesehariannya melakukan aktivitas fisik yang berat, dan bekerja di tempat bersuhu tinggi dan kering. Kecukupan cairan tubuh dapat ditentukan menggunakan indikator haus dan juga indikator warna urin. Rasa haus merupakan salah satu respon tubuh yang



muncul apabila tubuh seseorang kekurangan cairan, sedangkan warna urin yang lebih pekat dan berbau menyengat juga menunjukkan terjadinya dehidrasi (kekurangan cairan tubuh).

#### 4. RESIKO PENYAKIT

Berikut beberapa contoh penyakit yang beresiko terjadi selama usia produktif, yang nantinya dapat menurunkan produktivitas seorang tenaga kerja:

##### 4.1. Obesitas

Obesitas terjadi ketika tubuh memiliki akumulasi jaringan adiposa yang berlebih, sehingga berat badan menjadi berlebih. Obesitas dapat terjadi karena ketidakseimbangan antara jumlah energi yang masuk dengan jumlah energi yang digunakan. Ketidakseimbangan ini biasanya terjadi karena adanya asupan kalori yang berlebih dan / kurangnya aktifitas fisik. Ada banyak faktor yang mempengaruhi obesitas, baik faktor individual maupun lingkungan. Faktor individual misalnya kondisi fisiologis, sosioekonomi, gaya hidup, dan kebudayaan. Lalu faktor lingkungan misalnya pengiklanan makanan, ketersediaan bahan pangan dimana makanan *junk food* lebih mudah dan murah untuk didapatkan, hingga perubahan teknologi. Baik faktor individual maupun lingkungan, keduanya mempengaruhi sikap, perilaku, dan gaya hidup seseorang. Obesitas merupakan faktor resiko dari banyak penyakit/gangguan, seperti diabetes mellitus, penyakit jantung, hipertensi, dan lainnya.

Obesitas dapat diidentifikasi melalui IMT seseorang. IMT sebesar 25-29,9 menunjukkan berat badan yang berlebih (*overweight*), sementara IMT sebesar 30 atau lebih menunjukkan terjadinya obesitas. Perlu diingat bahwa tidak semua orang status gizinya dapat dilihat melalui IMT saja, misalnya orang dengan massa otot yang tinggi dapat teridentifikasi sebagai orang dengan berat badan berlebih apabila status gizinya hanya dinilai berdasarkan IMT saja. Seperti obesitas, distribusi lipid dalam tubuh (lemak abdomen) juga mempengaruhi resiko kesehatan seseorang. Lemak abdomen bisa diukur dengan mengukur lingkaran pinggang, *cutoff* (batas normal) lingkaran pinggang untuk laki-laki adalah >88cm dan untuk wanita adalah >79cm.

Obesitas pada tenaga kerja dapat diatasi dengan pemberian intervensi gizi untuk menurunkan berat badan dan IMT agar mendekati normal. Pengurangan asupan kalori dapat dilakukan untuk menurunkan berat badan, tetapi tidak hanya pengurangan kalori saja, diet untuk

mengatasi obesitas harus disertai dengan aktifitas fisik untuk membakar kalori, memenuhi kebutuhan asupan zat gizi baik makro maupun mikro, dan juga sesuai dengan gaya hidup. Untuk mengatasi obesitas pada tenaga kerja, dibutuhkan strategi khusus agar intervensi gizi berhasil, karena ada banyak faktor yang mempengaruhi kebiasaan makan seorang tenaga kerja, misalnya waktu dan jam kerja yang padat, akses makanan sehat yang sulit, kebiasaan ngemil saat bekerja, kurangnya aktifitas fisik saat bekerja (hanya duduk seharian), dan lainnya.

Preskripsi diet untuk obesitas adalah diet rendah kalori, tetapi tetap mengikuti prinsip gizi seimbang. Pemilihan bahan makanan yang variatif seperti sayur dan buah juga penting agar kebutuhan vitamin dan mineral tetap terpenuhi. Penggunaan *meal replacement* juga bisa disertakan dalam diet untuk mempermudah tenaga kerja yang tidak memiliki banyak waktu istirahat. Selain diet, aktifitas fisik juga dapat dianjurkan untuk tenaga kerja, seperti menggunakan tangga saat di kantor, *stretching*, dan juga berolahraga saat hari libur sebanyak 30-60 menit. Obesitas merupakan penyakit kronis, sehingga untuk mengatasinya tidak mudah dan membutuhkan waktu. Maka dari itu intervensi gizi/diet yang diberikan juga seharusnya bersifat progresif, dan jangka panjang, tidak perlu ada perubahan yang ekstrim, namun dilakukan secara perlahan-lahan.

#### 4.2. Penyakit kardiovaskular

Merupakan penyakit-penyakit yang timbul saat terjadi gangguan pada jantung maupun pembuluh darah, dan biasanya berkaitan dengan adanya aterosklerosis (pembentukan plak pada dinding pembuluh darah sehingga terjadi penyumbatan). Gangguan ini dapat terjadi pada sistem peredaran darah jantung (penyakit jantung koroner), otak (*cerebral vascular disease*), dan juga kaki (*perepherial arterial disease*). Pembentukan aterosklerosis dapat terjadi sejak usia muda dan tidak dapat langsung terdeteksi hingga akhirnya menyebabkan penyumbatan, serangan jantung, maupun stroke. Banyak faktor yang mempengaruhi terjadinya penyakit kardiovaskular, seperti dislipidemia, hipertensi, kebiasaan makan, aktifitas fisik, merokok, usia, hingga genetik. Resiko penyakit kardiovaskular dapat diidentifikasi dengan melakukan uji lab untuk melihat profil lipid dan juga mempertimbangkan faktor lainnya yang sudah disebutkan sebelumnya.

Untuk mengurangi resiko penyakit kardiovaskular, dapat dengan mengikuti panduan berikut:

- Menyeimbangkan asupan kalori yang masuk dan keluar (aktifitas fisik) agar berat badan normal,
- Perbanyak konsumsi sayur dan buah,
- Memilih bahan makanan tinggi serat,
- Konsumsi ikan/minyak ikan, dua kali seminggu,
- Minimalisir konsumsi lemak jenuh (>7% dari total energi), lemak trans (<1% dari total energi), dan kolesterol (<200mg per hari),
- Kurangi konsumsi makanan dan minuman yang mengandung gula tambahan
- Kurangi konsumsi garam
- Kurangi/tidak mengonsumsi alkohol

Sementara bagi yang memiliki resiko tinggi terkena penyakit kardiovaskular dapat mengikuti diet yang bernama *Therapeutic Life Changes* (TLC), dan disertai dengan konseling gizi dan dalam pantauan tenaga profesional. Adapun panduan TLC sebagai berikut:

- Asupan lemak total 25-35% dari total kalori
- Lemak jenuh <7% dari total kalori
- Lemak tak jenuh tunggal hingga 20% dari total kalori
- Lemak tak jenuh ganda tidak melebihi 10% dari total kalori
- Lemak trans <1% dari total kalori
- Asupan kolesterol tidak melebihi 200mg per hari
- Karbohidrat 50-60% dari total kalori
- Serat pangan 20-30 gram per hari, dengan 5-10 gram dari *viscous fiber*
- Konsumsi zat gizi yang dapat menurunkan kolesterol LDL (*Low Density Lipoprotein*)

#### 4.3. Diabetes mellitus

Diabetes merupakan penyakit kronis yang berkaitan dengan tingginya kadar gula darah seseorang. Diabetes terbagi menjadi 2 jenis, yaitu diabetes tipe 1, yang disebabkan karena rendahnya/tidak adanya insulin yang diproduksi oleh pankreas, dan diabetes tipe 2, yang disebabkan karena adanya penurunan sensitivitas sel terhadap fungsi insulin (resistensi insulin). Diabetes tipe I biasanya disebabkan oleh faktor genetik yang menyebabkan kondisi autoimun, dimana sel beta pankreas (tempat memproduksi insulin) diserang oleh sistem imun tubuh.



Sementara diabetes tipe 2 disebabkan karena adanya pola hidup yang tidak sehat secara berkepanjangan, misalnya diet tinggi lemak, tinggi energi, kelebihan berat badan, sehingga terjadi resistensi insulin. Insulin berperan dalam metabolisme karbohidrat, yaitu membantu pembentukan energi dari glukosa, dan juga mengubah glukosa menjadi glikogen untuk disimpan. Adanya gangguan insulin, baik pada diabetes tipe 1 maupun 2, akan menyebabkan penumpukkan glukosa pada aliran darah, sehingga kadar gula darah menjadi tinggi.

Diabetes tipe 2 sangat rentan terjadi pada tenaga kerja/selama usia produktif, apalagi jika mengalami obesitas. Diabetes tipe 2 dapat diidentifikasi dengan melakukan uji laboratorium untuk melihat kadar gula darah. Kadar gula darah puasa penderita diabetes akan melebihi 125 mg/dL, dan kadar gula darah puasa sebesar 100-125 mg/dL menunjukkan kondisi prediabetes (beresiko terkena diabetes dalam 5-10 tahun nanti). Penderita diabetes biasanya mengalami gejala seperti mudah haus dan lapar, kelelahan, sering buang air kecil, pandangan kabur, mudah terinfeksi penyakit, dan luka menjadi sulit sembuh. Penderita diabetes tipe 2 juga bisa mengalami komplikasi bila tidak diatasi, seperti kebutaan, gagal ginjal, kebas pada tangan dan kaki, hingga penyakit kardiovaskular.

Penderita diabetes mellitus tidak memerlukan diet khusus, cukup hanya mengikuti prinsip gizi seimbang/tumpang gizi seimbang, dan menjaga agar kadar gula darah stabil. Diet rendah kalori dapat diberikan apabila diabetesi mengalami obesitas/*overweight*. Untuk mencegah terjadinya komplikasi, dapat mengikuti prinsip ABC, yaitu (kadar) **A**1c <7%, **B**lood pressure (tekanan darah) <130/80 mmHg, dan **C**holesterol LDL <100 mg/dL. Selain itu, ada 4 pilar yang harus diperhatikan oleh penderita diabetes, yaitu (1) pola makan sehat, (2) aktifitas fisik cukup, (3) penggunaan obat teratur, dan (4) edukasi. Selain itu, diet diabetes mellitus harus mengikuti prinsip 3J, yaitu tepat jumlah, jenis, dan jam.

#### 4.4. Kanker

Kanker merupakan kategori penyakit yang disebabkan karena adanya malfungsi genetik, sehingga terjadi pertumbuhan sel yang tak terkendali dan membentuk tumor. Pembentukan sel kanker disebut dengan karsinogenesis, dan penyebab terbentuknya kanker belum diketahui secara pasti. Faktor-faktor yang berkontribusi dalam pembentukan kanker disebut dengan karsinogen, contohnya adalah radikal bebas, toksin, virus, atau radiasi. Tempat kerja seperti laboratorium biologis, pembangkit listrik tenaga nuklir, pabrik yang manajemen limbahnya

buruk, dan lainnya akan meningkatkan resiko kanker pada tenaga kerja. Kanker bisa muncul di sel mana saja, tetapi biasanya kemunculannya dimulai dari jaringan epitel seperti pada kulit, paru-paru, prostat, payudara, usus besar dan rektum, rahim, pankreas, mulut, esofagus, lambung, dan saluran urin.

Kanker dapat dicegah dan diminimalisir risikonya, yaitu dengan asupan gizi seimbang, menjaga berat badan normal, pemilihan bahan makanan yang bervariasi (5 porsi variasi sayur dan buah per hari), berolahraga 45-60 menit lima kali seminggu, tidak merokok dan mengonsumsi alkohol. Kanker biasanya diatasi dengan kemoterapi, radiasi, atau operasi pengangkatan kanker. Biasanya pengobatan kanker dan radiasi akan menyebabkan rasa mual, konstipasi, kelelahan, dan penurunan berat badan.

## 6. PENUTUP

Seperti yang telah diketahui, produktivitas seorang tenaga kerja dipengaruhi oleh kesehatannya sendiri. Apabila terjadi penurunan kesehatan, maka akan terjadi penurunan kapasitas kerja, sehingga terjadi penurunan produktivitas kerja. Untuk menjaga kesehatan tenaga kerja melalui sudut pandang gizi, dapat mengikuti penjelasan yang sudah dijelaskan sebelumnya, dan juga mempertimbangkan faktor-faktor yang ada, seperti jenis kelamin, usia, status gizi, jenis pekerjaan, lingkungan kerja, gaya hidup, dan lainnya. Hambatan terbesar dalam intervensi gizi pada tenaga kerja biasanya adalah kurangnya aktifitas fisik karena tuntutan untuk bekerja di hadapan komputer seharian, dan juga kebiasaan makan yang buruk karena keterbatasan waktu dan kurangnya akses makanan sehat.

Selain usaha-usaha individual yang sudah dijelaskan sebelumnya, aktifitas fisik dan kualitas diet tenaga kerja bisa ditingkatkan melalui usaha oleh tempat kerja/kantor itu sendiri. Perlu diingat bahwa kesehatan tenaga kerja akan mempengaruhi produktivitas perusahaan itu juga, sehingga seharusnya kesehatan tenaga kerja perlu diperhatikan oleh perusahaan nya. Banyak studi mengatakan bahwa kantor/tempat kerja berperan penting dalam promosi kesehatan untuk tenaga kerja, khususnya untuk meningkatkan kebiasaan makan dan pengaturan berat badan. Dengan membuat program seperti menambahkan aktifitas fisik di sela jam kerja, atau menyediakan makan siang yang sehat bagi tenaganya, dapat meningkatkan kesehatan tenaga kerja, produktivitas, dan juga keuntungan perusahaan.

## Daftar Pustaka

- Adult Treatment Panel III. 2001. Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults. Executive Summary of the Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). JAMA. 285:2486-2496.
- Ambrosini, G.L., Wendy, H.O., Rae, C.H., Trevor, A.M., Lawrence, J.B., Susan, A.J. 2013. Prospective associations between sugar sweetened beverage intakes and cardiometabolic risk factors in adolescents. Am J Clin Nutr 2013;98:327-34.
- American Heart Association, 2010. Heart Disease and Stroke Statistics\_2010 Update: A Report From the American Heart Association. Available from: <http://circ.ahajournals.org/cgi/content/full/121/7/e46>. Diakses pada 9 November 2014.
- American Heart Association. 2010. Metabolic Syndrome. Diakses pada 9 November 2014 di <http://www.americanheart.org/presenter.jhtml?identifier=4756>.
- Antonio, J., Kalman, D., Stout, J. R., Greenwood, M., Willoughby, D. S., & Haff, G. G. (2008). *Essentials of Sports Nutrition and Supplements*. Totowa: Humana Press.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, 2007. Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) 2007. Penerbit: Kemenkes RI. Jakarta.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, 2010. Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) 2010. Penerbit: Kemenkes RI. Jakarta.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, 2013. Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) 2013. Penerbit: Kemenkes RI. Jakarta.
- Barzin, M., G. Asghari, F. Hosseinpanah, P. Mirmiran and F. Azizi. 2012. The association of anthropometric indices in adolescence with the occurrence of the metabolic syndrome in early adulthood: Tehran Lipid and Glucose Study (TLGS). International Association for the Study of Obesity. Pediatric Obesity.
- Beilby, J. 2004. Definition of Metabolic Syndrome: Report of the National Heart, Lung, and Blood Institute/American Heart Association Conference on Scientific Issues Related to Definition. Clin Biochem Rev Vol 25 August 2004. P.195-198.\



- Belski, R., Forsyth, A., & Mantzioris, E. (2019). *Nutrition for Sport, Exercise and Performance: A Practical Guide for Students, Sports Enthusiasts and Professionals*. Crows Nest: A&U Academic.
- Bravata, D.M., Kim, N., Concato, and J. Brass, L.M. 2003. Hyperglycemia in Patients with Acute Ischemic Stroke : how often do we screen for undiagnosed diabetes?. *Q J Med.*96:491 – 497.
- Brown, J. E. (2011). *Nutrition through the Life Cycle*. Belmont: Wadsworth, Cengage Learning.
- Burtis, C.A., Ashwood, E.R., Bruns, D.E., 2006. Lipids, Lipoproteins, Apolipoproteins, and Other Cardiovascular Risk Factor. In: *Tietz Textbook of Clinical Chemistry and Molecular Diagnostic*. Vol. 1. St. Louis, Missouri: Elsevier: 903-968.
- Cameron AJ., Shaw JE., Zimmet PZ., The Metabolic Syndrome: Prevalence in The World Population. *Endocrinol Metab. Abstrak. Clin. N. Am.* 2004. 33:351-75. Diakses pada 11 November 2014 pada <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15158523>.
- Chadha, DS., Singh, Gurdeep, Kharbanda, P., Vasdev, V., Ganjoo, RK., 2006. Anthropometric Correlation of Lipid Profile in Healthy Aviators. *Ind J Aerospace Med* 50.
- Colpo A. 2005. LDL cholesterol “Bad” cholesterol, or Bad Science. *Journal of American Physician and Surgeons*, vol. 10:3:83-89.
- Cruz dan Goran, 2004. The Metabolic Syndrome in Children and Adolescents. *Current Diabetes Reports* Vol, 4:53–62.
- D. Gaysina et al. 2011. Association between adolescent emotional problems and metabolic syndrome: The modifying effect of C-reactive protein gene (CRP) polymorphisms. *Brain, Behavior, and Immunity* 25 (2011) 750–758.
- Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ. 2005. The metabolic syndrome. *Lancet* 365, 1415–1428.
- Eisenmann, J.C., Katzmarzyk, P.T., Perusse, L., Tremblay, A., Despres, J-P., Bouchard, C., 2005. Guidelines for Overweight in Adolescent Preventive Services in Aerobic Fitness, Body Mass Index, and CVD Risk Factors among Adolescent: The Quebec Family Study. *International Journal of Obesity* 29
- Ervin, R.B., 2009. Prevalence of Metabolic Syndrome Among Adults 20 Years of Age and Over, by Sex, Age, Race and Ethnicity, and Body Mass Index: United States, 2003–2006. 2009. *National Health Statistics Reports* n Number 13 n May 5, 2009.

- Expert Panel on DetecCon. Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults. 2001. Executive Summary of the Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). JAMA 2001,285:248697. Diakses pada 11 November 2014 di <http://jama.jamanetwork.com/article.aspx?articleid=193847>.
- Ford ES, Giles WH, Mokdad AH. 2004. Increasing prevalence of the metabolic syndrome among U.S. adults. *Diabetes Care* 27, 2444–2449.
- Gami AS, MD, Witt BJ, Howard DE., Erwin PJ. 2007. Metabolic Syndrome and Risk of Incident Cardiovascular Events and Death. A Systematic Review and Meta-Analysis of Longitudinal Studies. *J Am Coll Cardiol* 49, 403–414.
- Ginsberg HN. 2000. Insulin resistance and cardiovascular disease. *J Clin Invest* 106, 453–458.
- Greenwood, M., Kalman, D. S., & Antonio, J. (2008). *Nutritional Supplements in Sports and Exercise*. Totowa: Humana Press.
- Grenspan, F.S., Gardner, D.G., 2004. Obesity and Overweight. In: *Basic and Clinical Endocrinology*. USA: Lippincott Williams and Wilkins: 794-813.
- Grimani, A., Aboagye, E., & Kwak, L. (2019). The Effectiveness of Workplace Nutrition and Physical Activity Interventions in Improving Productivity, Work Performance, and Workability: A Systemic Review. *BMC Public Health*.
- Grundy SM, Brewer HB, Jr., Cleeman JI, Smith SC Jr, Lenfant C. 2004. Definition of metabolic syndrome: Report of the National Heart, Lung, and Blood Institute/ American Heart Association conference on scientific issues related to definition. *Circulation* 109, 433-438.
- Gustafsson, P.E., Urban, J., Tores, T., Hugo, W., Anne, H., 2012. Do Peer Relations in Adolescence Influence Health in Adulthood? Peer Problems in the School Setting and the Metabolic Syndrome in Middle-Age. *Plusone*. Volume 7 | Issue 6 | e39385.
- Hardjoeno, H., 2003. Tes Fraksi Lipid. Dalam: *Interpretasi Hasil Tes Laboratorium Diagnostik*. Makasar: Lembaga Penerbitan Universitas Hasanudin: 219-238.
- Hayati, A. 2010. Hubungan antara Karakteristik Siswa, Karakteristik Orang Tua dan Asupan Gizi dengan Status Gizi Siswa di SMPN 8 Bekasi Tahun 2010. Skripsi.. Depok: Program Studi Sarjana Kesehatan Masyarakat FKM-UI.
- International Diabetes Federation, 2007. *Metabolic Syndrome In Children and Adolescence*. International Diabetes Federation. ISBN 2-930229-49-7.

- Jensen, J. D. (2011). Can Worksite Nutritional Interventions Improve Productivity and Firm Profitability: A Literature Review. *Perspectives in Public Health*, 184-192.
- John M, et.al., 2004. Penatalaksanaan Penderita Sindrom metabolic. *JurnalMedika* vol XXX. No.12. hal 778.
- Kahn R, Buse J, Ferrannini E, Stern M. 2005. The metabolic syndrome: timefor a critical appraisal: joint statement from the American Diabetes Association and the European Association for the Study of Diabetes. *Diabetes Care* 28, 2289 –2304
- Koletzko, B., Brigitte, B., dan Hans, D.2011. The Early Nutrition Programming Project (EARNEST): 5 y successful multidisciplinary collaborative research. *AmJ Clin Nutr*; 94 (suppl):1749S-53S
- KR, Kim., MK Kim., YJ Shin., BY Choi. 2008. Relationship between the change in overweight status from childhood to adolescence and metabolic syndrome phenotypes: a 9-year retrospective study. *European Journal of Clinical Nutrition* 62, 748–753.
- Lee J, Ma S, dan Heng D. 2007. Should central obesity be an optional or essential component of the metabolic syndrome? Ischemic heart disease risk in the Singapore Cardiovascular Cohort Study. *Diabetes Care*30, 343-347.
- Mataix, Jose, Lopez-Frias, Magdalena, Martinez-de-Victoria, Emilio, Lopez-Jurado, Maria, Aranda, Pilar, Llopis, Juan, 2005. Factors Associated with Obesity in an Adult Mediterranean Population: Influence on Plasma Lipid Profile. *Journal ofThe American College of Nutrition*. Vol. 24., No. 6., 456 – 465.
- Maughan, R. J., & Burke, L. M. (2002). *Handbook of Sports Medicine and Science: Sports Nutrition*. Oxford: Blackwell Science.
- Mayer-Daviseralal EJ, D’Agostino Jr R, Karter AJ, Haffner SM, Rewers MJ, Saad M,et al. 1998. Intensity and amount of physical activity in relation to insulin sensitivity: the Insulin Resistance Atherosclerosis Study. *JAMA* 279, 669–674.
- Melka, et.al., 2013. Clustering of the Metabolic Syndrome Components in Adolescence: Role of Visceral Fat. *Pre-Clinical Metabolic Syndrome in Adolescence*. PLOS ONE | www.plosone.org December 2013 | Volume 8 | Issue 12 | e82368
- Merentek, E. 2006. Resistensi Insulin pada Diabetes Melitus Tipe 2, *Jurnal Cermin Dunia Kedokteran* No.150. Hal 38-41.



- Mirza, N.M., et.al., 2013. Effects of a low glycémie load or a low-fat dietary intervention on body weight in obese Hispanic American children and adolescents: a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr* 2013;97:276-85.
- Misnadiarly. 2007. *Obesitas Sebagai Faktor Risiko Beberapa Penyakit*. Jakarta: Pustaka Obor Populer.
- Mohammadi et al. 2014. Association of Cardiometabolic Risk Factors and Hepatic Enzymes in a National Sample of IRANIAN Children and Adolescents: The CASPIAN-III Study. *JPGN* Volume 00, Number 00, Month 2014
- Mustofa, A.. 2010. *Solusi Ampuh Mengatasi Obesitas Disertai Pembahasan Tentang Sebab, Akibat dan Solusi Mengenai Obesitas*. Yogyakarta: Hanggar Kreator.
- Nugraha, G.I.. 2009. “Etiologi dan Patofisiologi Obesitas”. Dalam: Soegih, R. R., dan Wiramihardja, K. K. (Editor). *Obesitas: Permasalahan dan Terapi Praktis*. Jakarta: Sagung Seto, 9-18.
- Omidvar, S., et al. 2013. Proatherogenic Risk Factors and Under-Nutrition among Adolescents in South East Asia: When to Eat and What to Eat?. *World Heart Journal* ISSN: 1556-4002 Volume 5, Number 4.
- Pacini G. 2006. The hyperbolic equilibrium between insulin sensitivity and secretion. Abstrak. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 16, S22–S27. Diakses pada 11 November 2014 di [http://www.nmcd-journal.com/article/S0939-4753\(05\)00244-9/pdf](http://www.nmcd-journal.com/article/S0939-4753(05)00244-9/pdf).
- Poerjoto, P. 2007. Sindroma Metabolik suatu kelainan metabolik dengan tanda dan resiko kardivaskular dan upaya pengendaliannya. Dalam: Darmono, Suhartono, T., Pemayun, T.G.D., Padmomartono, F.S (editor). *Naskah Lengkap Diabetes Melitus*. Badan penerbit Universitas Diponegoro. Semarang. Hal:233-234.
- Poledne R. 2013. A New Atherogenic Effect of Saturated Fatty Acids. *Physiol.Res.* 62: 139-143.
- Quintilliani, L., Poulsen, S., & Sorensen, G. (2010). Healthy Eating Strategies in the Workplace. *International Journal of Workplace Health Management*, 182-196.
- Reaven GM. 1988. Role of insulin resistance in human disease. *Diabetes*. P.37:1595-607.
- Rizzo, A.CB., Tamara, B. LG., Carla, C.S., Cilmery, S.K., Helio, R.CN., Jose, E.C., 2013. Metabolic syndrome risk factors in overweight, obese, and extremely obese brazilian adolescents. *Nutrition Journal* 2013, 12:19.

- Sargowo D, Andarini S. 2011. Pengaruh komposisi asupan makanan terhadap komponen sindrom metabolik pada remaja. *J Kardiologi Indones*. p; 32: 14-23.
- Sartika, R A D. 2011. Faktor Risiko Obesitas pada Anak 5-15 Tahun di Indonesia. *MAKARA Seri Kesehatan Vol. 15*. . Diakses pada tanggal 17 November 2013 dari <http://journal.ui.ac.id/health/article/download/796/758>.
- S.J. te Velde, et al. 2011. Dairy intake from adolescence into adulthood is not associated with being overweight and metabolic syndrome in adulthood: the Amsterdam Growth and Health Longitudinal Study. The British Dietetic Association Ltd. *J Hum Nutr Diet*, 24, pp. 233–244.
- Soemantri, A.et.al., 2009. Sindroma Metabolik pada Remaja Obesitas. *Media Medika Indonesia*. Volume 43, Nomor 6, Tahun 2009. Hal 300-306.
- Tan, B.Y, Kantilal, H.K., Singh, Rajbans, 2008. Prevalence of Metabolic Syndrome among Malaysians using The International Diabetes Federation, National Cholesterol Education Program and Modified World Health Organization Definitions. *Mal J Nutr* 14 (1).
- Vessby et al, 2001. Substituting Dietary Saturated for Monounsaturated Fat Impairs Insulin Sensitivity in Healthy Men and Women: The Kanwu Study. *Diabetologia*. Vol. 44, P.312-319.
- Weiss, R., et.al., 2004. Obesity and the Metabolic Syndrome in Children and Adolescents. *N Engl J Med* ;350:2362-74.
- Wenneberg, P., Per E.G., David, W.D., Maria, W., Anne, H. 2013. Television Viewing and Low Leisure-Time Physical Activity in Adolescence Independently Predict the Metabolic Syndrome in Mid-Adulthood. *Diabetes Care* 36:2090–2097, 2013.
- Wolinsky, I., & Driskell, J. A. (2008). *Sports Nutrition: Energy Metabolism and Exercise*. Boca Raton: Taylor & Francis Group.
- WHO, 2014. Global Health Observatory Data Repository, Obesity (body mass index  $\geq 30$ ) Data by WHO region. Retrieved From <http://apps.who.int/gho/data/view.main.2480?lang=en>.
- Yayasan Danone Institut, 2010. Sehat dan Bugar Berkat Gizi Seimbang. PT. Gramedia. Jakarta.
- Zimmet P, Alberti KG, Shaw J. 2001. Global and societal implications of the diabetes epidemic. *Nature* 414, 782–787.
- [https://www.who.int/nutrition/publications/schoolagechildren/SEA\\_NUT\\_163/en/](https://www.who.int/nutrition/publications/schoolagechildren/SEA_NUT_163/en/)

