

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Remaja

1. Definisi Remaja

Menurut WHO, remaja adalah penduduk dalam rentang usia 10 hingga 19 tahun, sedangkan menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI nomor 25 tahun 2014, remaja adalah penduduk dalam rentang usia 10-18 tahun. Sementara itu, menurut Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional (BKKBN), rentang usia remaja adalah 10-24 tahun dan belum menikah. Perbedaan definisi tersebut menunjukkan bahwa tak ada kesepakatan universal mengenai batasan kelompok usia remaja. Meskipun begitu, masa remaja itu diasosiasikan dengan masa transisi dari anak-anak menuju dewasa. Masa ini merupakan periode persiapan menuju masa dewasa yang akan melewati beberapa tahapan perkembangan dalam hidup. Selain kematangan fisik dan seksual, remaja juga mengalami tahapan menuju kemandirian sosial dan ekonomi, membangun identitas, akuisisi kemampuan (*skill*) untuk kehidupan masa dewasa serta kemampuan bernegosiasi (*abstract reasoning*) (WHO, 2015).

2. Sepakbola pada Remaja

Sepakbola merupakan salah satu olahraga yang populer baik di kancah internasional maupun nasional. Minat terhadap olahraga ini dirasakan oleh berbagai lapisan masyarakat, termasuk di antaranya kalangan remaja. Sepakbola adalah salah satu cabang olahraga yang menggunakan system metabolisme atau sistem pemecahan energi aerob dan anaerob, sehingga dibutuhkan kekuatan dan daya tahan yang selaras optimalnya dalam bermain sepakbola (Kemenkes, 2021). Selama bertanding, seorang pemain sepakbola memiliki tingkat intensitas aktivitas fisik yang tinggi sehingga memerlukan dukungan yang baik termasuk diantaranya pengaturan asupan gizi. Terdapat beberapa faktor utama yang harus dipenuhi untuk menjadi tim sepakbola yang handal. Diantaranya,

penguasaan teknik dasar (*fundamentals*), kondisi fisik (*physical condition*), mental seorang pemain dan kerja sama.

B. Kebugaran

1. Definisi Kebugaran

Kebugaran adalah aktivitas rutin yang dilakukan dalam jangka waktu cukup lama tanpa mengalami kelelahan yang berarti dan tubuh masih memiliki tenaga cadangan untuk melakukan aktivitas yang bersifat mendadak (Mutohir & Maksum, 2007). Kebugaran biasa diartikan juga dengan kesegaran jasmani.

2. Komponen Kebugaran

Komponen kebugaran terdiri dari daya tahan kardiorespirasi (*cardio-respiratory endurance*), daya tahan otot (*muscular endurance*), kekuatan otot skeletal (*strength muscle*), kecepatan otot dalam kontraksi (*muscular speed*) dan kelenturan (*flexibility*) (Mutohir dan Maksum, 2007).

a. Daya Tahan Kardiorespirasi

Daya tahan kardiorespirasi adalah kemampuan fungsional sistem jantung, paru dan pembuluh darah saat melakukan aktivitas untuk mengambil oksigen secara optimal dan mensuplai oksigen ke seluruh tubuh terutama pada jaringan aktif agar dapat digunakan untuk proses metabolisme tubuh (Pertiwi & Etisa, 2012). Sedangkan menurut Mutohir dan Maksum, 2007 daya tahan kardiorespirasi adalah kemampuan tubuh untuk melakukan aktivitas terus-menerus dalam waktu yang lama (lebih dari 10 menit) dengan *aerobic pre-dominant energy system*. Pengertiannya sering disamakan dengan daya tahan aerobik, kesegaran jasmani atau kebugaran.

Daya tahan atau *endurance* akan relatif lebih baik untuk mereka yang memiliki kebugaran jasmani yang baik, yang menyebabkan memiliki tubuh yang mampu melakukan aktivitas terus-menerus dalam waktu yang cukup lama. Sistem pernafasan,

jantung dan pembuluh darah memegang peranan penting dalam menentukan besar kecilnya daya tahan kardiorespirasi. Seperti diketahui untuk meningkatkan daya tahan kardiorespirasi yang dilakukan adalah meningkatkan kemampuan dan efisiensi kerja paru, jantung dan pembuluh darah dalam memasok oksigen ke dalam sel otot. Oksigen melalui proses metabolisme aerobik menghasilkan sejumlah energi aktivasi dan berbagai sisa metabolisme seperti CO₂ yang harus dikeluarkan dari tubuh melalui pembuluh darah, jantung dan paru-paru (Pertiwi & Etisa, 2012).

b. Daya Tahan Otot

Daya tahan otot merupakan salah satu komponen *helath related fitness* yang tidak dapat dipisahkan dari kekuatan otot. Ketahanan otot adalah kemampuan otot untuk melakukan tekanan pengulangan submaksimum selama periode waktu tertentu (Hapsari, 2011). Ketahanan otot bergantung pada tingkat tertentu pada kekuatan otot dan batas bawah pada ketahanan kardiorespirasi. Daya tahan ini digunakan untuk mempertahankan tenaga pada tingkat submaksimal dalam waktu yang lama tanpa mengalami kelelahan. Daya tahan otot diperlukan untuk menghindari kelelahan berlebihan sehingga atlet mampu menjalani waktu pertandingan yang lebih lama.

c. Kekuatan Otot Skeletal

Kekuatan otot adalah kemampuan maksimal dari otot untuk berkontraksi (Irianto, 2007). Arwih (2018) menyebutkan bahwa kekuatan otot merupakan suatu hal penting untuk setiap orang karena kekuatan otot merupakan suatu daya dukung gerakan dalam menyelesaikan tugas-tugas. Kekuatan otot ini dipengaruhi oleh umur dan jenis kelamin, ukuran *cross sectional* otot, jenis serabut otot, tipe kontraksi otot, ketersediaan energi dalam aliran darah, hubungan antara panjang dan tegangan otot pada waktu kontraksi dan *recruitmen motor unit*. Kekuatan otot dapat ditingkatkan dengan melakukan suatu latihan. Latihan dapat dilakukan dengan menggunakan latihan *weight training*, dimana dengan latihan ini dapat terjadi penambahan jumlah sarkomer dan serabut otot

(filamen aktin dan miosin yang diperlukan dalam kontraksi otot), sehingga dengan terbentuknya serabut-serabut otot yang baru maka kekuatan otot dapat meningkat (Lesmana, 2012).

d. Kecepatan Otot dalam Kontraksi

Kecepatan otot dalam kontraksi adalah kemampuan otot maksimum dalam melakukan gerakan sejenis secara berturut-turut dengan waktu yang sesingkat-singkatnya untuk mencapai hasil yang maksimal (Ningsih, 2015).

e. Kelentukan

Kelentukan adalah efektivitas seseorang dalam menyesuaikan diri untuk segala aktivitas dengan penguluran tubuh yang luas (Irianto, 2007). Jika dalam melakukan setiap gerakan tidak memiliki ruang gerak sendi yang luas akan menghambat dan mengganggu bahkan dapat menimbulkan cedera. Kelentukan merupakan kualitas fisik yang sangat mudah untuk dikembangkan jika kelentukan dilatih setiap hari secara sistematis.

3. VO_2 Max

Ukuran kemampuan kerja dari daya tahan kardiorespirasi sering disebut dengan *volume oxygen maximum* atau disingkat VO_2 Max. Satuan VO_2 Max adalah millimeter/kgBB/menit, artinya besarnya jumlah oksigen yang digunakan (dalam satuan ml) setiap kilogram berat badan per menit aktivitasnya (Mutohir dan Maksum, 2007). Mutohir dan Maksum (2007) juga berpendapat bahwa ukuran VO_2 Max menurut banyak pakar dapat dijadikan cermin kebugaran seseorang. Logika yang dapat digunakan untuk menjelaskan hal ini bahwa jika seseorang memiliki VO_2 Max tinggi maka seseorang tersebut juga akan melakukan latihan dengan *pre-dominant energy system aerobics* yang artinya kualitas komponen biomotorik yang dimiliki baik sebagai dampak latihan yang dilakukan.

Semakin besar VO_2 Max seseorang maka kebugaran jasmaninya semakin prima. Pengukuran VO_2 Max dapat dilakukan dengan *direct methods* yaitu diukur secara langsung di laboratorium

menggunakan beban kerja *continuous* ataupun *intermitten* di atas *ergocycle* atau *treadmill*, dengan metode *Saltin Astrand*, metode *Cureton's, Ohio State University methods*. Pengukuran secara langsung tersebut digunakan sebagai *Gold Standard Method* dalam perhitungan kapasitas aerobik atau VO_2Max (Santtila, et al., 2013). Selain itu, VO_2Max dapat diukur dengan *indirect methods* berupa *field test* yang memerlukan prosedur lebih sederhana dengan tujuan menaksir banyaknya oksigen yang digunakan per satu satuan berat badan dan per satu satuan waktu dengan rumus *Balke*, monogram *Astrand*, persamaan *Fox* atau tabel *Cooper*.

4. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kebugaran Jasmani

VO_2Max yang baik merupakan indikasi kebugaran fisik seseorang itu baik. Unsur yang paling penting dalam kebugaran jasmani adalah daya tahan kardiorespirasi atau kardiovaskuler. Daya tahan kardiorespirasi ini dipengaruhi oleh berapa faktor fisiologis antara lain :

a. Keturunan

Diketahui bahwa 93,4% VO_2Max ditentukan oleh faktor genetik (Yunus, 1997).

b. Usia

Daya tahan kardiorespirasi meningkat pada usia anak-anak dan kemudian mencapai puncaknya pada usia 18-20 tahun. Anak-anak yang masih tumbuh dan berkembang (13 tahun) bila berlatih akan meningkatkan VO_2Max 10-20% lebih besar dari yang tidak berlatih (Yunus, 1997).

c. Jenis kelamin

Selama akil baliq tidak ada perbedaan antara VO_2Max antara anak laki-laki dan perempuan. Setelah usia ini VO_2Max perempuan hanya kira-kira 70-75% laki-laki.

d. Aktivitas fisik

Laju pemakaian oksigen (O_2) meningkat sejalan dengan meningkatnya intensitas kerja tergantung sampai tingkat maksimal. Pemakaian oksigen (O_2) maksimal atau kerja, aerobik maksimal sangat

bervariasi bagi masing-masing individu dan meningkat dengan pelatihan yang sesuai (Pate, 1993).

Menurut Wiranty (2013) faktor-faktor yang mempengaruhi kebugaran jasmani yaitu :

a. Umur

Terdapat bukti yang berlawanan antara umur dan kelentukan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kelentukan meningkat sampai remaja awal dan sesudah itu menurun. Dilaporkan bahwa penurunan kelenturan dimulai sekitar usia 10 tahun pada anak laki-laki dan 12 tahun pada anak perempuan dan bukti menunjukkan bahwa dewasa yang lebih tua mempunyai kelenturan kurang dibanding dewasa muda.

Penelitian di Belanda melaporkan bahwa kekuatan aerobik (VO_2Max) puncaknya pada umur 18 dan 20 tahun pada laki-laki serta 16 dan 17 tahun pada anak perempuan, bertepatan dengan umur puncak massa otot. Pengukuran kesegaran jasmani pada sebuah penelitian 8800 orang Amerika berusia 10-18 tahun menunjukkan bahwa kesegaran kardiorespirasi cenderung tetap konstan atau meningkat antara usia 12-18 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa daya tahan tiap unit massa tubuh tanpa lemak mungkin menurun atau masih belum berubah;

b. Jenis Kelamin

Secara umum anak perempuan lebih lentuk daripada anak laki-laki. Perbedaan anatomis dan pola gerak serta aktivitas yang teratur pada kedua jenis kelamin mungkin menyebabkan perbedaan kelenturan ini. Kekuatan otot juga berbeda antar jenis kelamin. Penelitian di Oman (2001) pada anak berusia 15-16 tahun menunjukkan bahwa kesegaran aerobik lebih tinggi pada anak laki-laki dibandingkan anak perempuan.

c. Genetik

Terdapat bukti-bukti kuat yang menunjukkan bahwa variasi genetik berbeda dalam hal respon terhadap kesegaran jasmani yang berhubungan dengan kesehatan. Genotip mempengaruhi komponen

kesegaran jasmani yang berbeda (fenotip) dengan berbagai jalan. Pengaruh keturunan terhadap lemak tubuh 25%, kesegaran otot 20-40%, dan kesegaran kardiovaskuler 10-25%. Hal ini dibandingkan pada orang-orang yang tidak terlatih.

d. Ras

Pola kesegaran jasmani bervariasi diantara anak-anak dengan etnis/ ras yang berbeda akibat faktor biologis dan faktor sosiokultural.

e. Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik didefinisikan sebagai setiap gerakan tubuh yang dihasilkan oleh otot-otot skeletal dan menghasilkan peningkatan *resting energy expenditure* yang bermakna.

5. Pengukuran Kebugaran

Macam-macam tes kebugaran untuk menilai kemampuan atlet menurut Sinamo (2012) antara lain :

a. Ergometer sepeda

Dilakukan dengan menggunakan sepeda statis yang dikayuh untuk mendapatkan beban kerja. Beban kerja dapat diberikan secara kontinyu atau intermiten. Ergometer sepeda ini dapat mekanik atau elektrik, serta dapat digunakan dalam posisi tegak lurus maupun supinasi. Dipasang EKG untuk merekam beban kerja, serta dilakukan pengukuran tekanan darah probandus pada permulaan dan akhir pembebanan. Nilai VO_2Max bisa didapat dengan menggunakan nomogram Astrand, khususnya menggunakan skala beban kerja. Beban kerja dapat dinyatakan dalam unit standar, sehingga hasil tes dapat dibandingkan satu sama lain.

b. *Treadmill*

Beberapa protokol yang dapat digunakan dalam pemeriksaan dengan *treadmill* adalah : (1) Metode Mitchell, Sproule, dan Chapman, (2) Metode Saltin-Astrand, dan (3) Metode OSU. Keuntungan menggunakan *treadmill* meliputi nilai beban kerja yang konstan, kemudahan mengatur beban kerja pada level yang diinginkan, serta mudah dilakukan karena hampir semua orang

terbiasa dengan keahlian yang dibutuhkan (berjalan dan berlari). Meskipun demikian, karena alatnya mahal dan berat, tes ini tidak praktis dilakukan di tempat kerja.

c. *Field test*

Tes ini sangat mudah dilakukan, karena tidak membutuhkan alat khusus. Probandus diminta berlari berdasarkan jarak atau waktu tertentu. Beberapa variasi dari tes ini adalah *12 minute run*, *1,5 mil run* dan *2,4 km run test*.

d. *Step test*

Banyak variasi dari tes ini sehubungan dengan jumlah langkah per menit dan tinggi bangku yang digunakan untuk menghasilkan beban kerja. Walaupun mudah dilakukan dan tidak butuh biaya besar, beban kerja yang tepat sulit didapat dengan tes ini karena kelelahan yang mungkin timbul saat melakukan tes dapat mempengaruhi akurasi beban kerja dan titik gravitasi. Nilai $VO_2\text{Max}$ bisa didapat dengan normogram Astrand berdasarkan denyut dan berat badan atau menggunakan perhitungan rumus. Rumus yang tersedia pun bervariasi, dengan standar nilai $VO_2\text{Max}$ yang bervariasi pula. Data yang dibutuhkan untuk menghitung $VO_2\text{Max}$ adalah denyut jantung pemulihan. Beberapa variasi tersebut misalnya *Harvard Step Test*, *Queen's College Step Test*, *Tuttle Step Test*, *Ohio Step Test*, *YMCA Step Test* dan *Tecumseh Step Test*.

C. Asupan Zat Gizi Makro

1. Definisi Asupan

Asupan makanan merupakan jumlah makanan tunggal ataupun beragam yang dikonsumsi seseorang dengan maksud memenuhi kebutuhan fisiologis, psikologis dan sosiologis. Pemenuhan kebutuhan fisiologis berupa pemenuhan keinginan makan atau rasa lapar. Pemenuhan psikologis adalah untuk memenuhi kepuasan emosional, sedangkan tujuan sosiologis berupa pemeliharaan hubungan manusia dalam keluarga dan masyarakat. Asupan makanan adalah faktor penentu dalam pemenuhan kebutuhan gizi sebagai sumber energi dan pertahanan

tubuh terhadap serangan penyakit serta untuk pertumbuhan (Sedioetama, 2010).

2. Zat-zat Gizi Makro

Zat gizi menyediakan tenaga tubuh, mengatur proses dalam tubuh, dan membuat lancarnya pertumbuhan serta memperbaiki jaringan tubuh. Agar dapat menjalankan berbagai fungsi tubuh dan untuk aktivitas sehari-hari diperlukan sejumlah tenaga atau energi. Kebutuhan energi dapat dipenuhi dengan mengonsumsi makanan sumber karbohidrat, protein, dan lemak. Kecukupan energi dapat terpenuhi maka pemanfaatan zat gizi yang lain akan optimal (Sulistyoningsih, 2012). Berdasarkan PMK 28 tahun 2019 tentang Angka Kecukupan Gizi yang dianjurkan untuk masyarakat Indonesia.

Tabel 1. AKG untuk Remaja Laki-laki

Kelompok Umur	Energi (kkal)	Protein (gram)	Lemak (gram)	KH (gram)
10 – 12 tahun	2000	50	65	300
13 – 15 tahun	2400	70	80	350
16 – 18 tahun	2650	75	85	400

Sumber : PMK 28 tahun 2019 tentang Angka Kecukupan Gizi

Sedangkan menurut Kemenkes (2021), kebutuhan asupan zat gizi makro secara umum untuk seorang atlet sebagai berikut :

Tabel 2. Kebutuhan Asupan Zat Gizi Makro untuk Atlet

Tahapan Latihan	Jumlah (g/kgBB)		
	Karbohidrat	Protein	Lemak
Persiapan (tanpa penurunan BB)/ <i>Pre-Season</i>	4 – 7	1,2 – 2	0,9 – 1,3
Persiapan (dengan penurunan BB)/ <i>Pre-Season</i>	3 – 4	2 – 2,5	0,8 – 1
Pertandingan/ <i>On-Season</i>	5 – 12	1,4 – 2	1 – 1,5
Setelah Pertandingan/ <i>Off-Season</i>	3 – 4	1,5 – 2,3	1 – 1,2

Sumber : Kemenkes (2021)

a. Energi

Beberapa studi menunjukkan ada hubungan antara pertumbuhan dengan asupan kalori. Kebutuhan energi pada pria umumnya cenderung meningkat terus menerus dengan cepat hingga 3.470 kkal per hari sampai mereka mencapai usia 16 tahun. Akan tetapi mulai usia 16 sampai 19 tahun kebutuhan energi tersebut berkurang hingga 2.900 Kkal per hari. Kebutuhan energi didasarkan pada tahap-tahap perkembangan fisiologis bukan usia kronologis (Sugoyo, 2006). WHO menganjurkan rata-rata konsumsi energi makanan sehari adalah 10-15% berasal dari protein, 15-30% dari lemak dan 55-57% dari karbohidrat (Almatsier, 2011).

b. Karbohidrat

Karbohidrat dikenal sebagai zat gizi makro sumber “bahan bakar” (energi) utama bagi tubuh. Sumber karbohidrat utama dalam pola makanan Indonesia adalah beras. Di beberapa daerah, selain beras digunakan juga jagung, ubi, sagu, sukun, dan lain-lain. Sebagian masyarakat terutama di Kota, juga menggunakan mie dan roti yang dibuat dari tepung terigu, karena sebagian besar energi berasal dari karbohidrat, maka bahan makanan sumber karbohidrat diletakkan sebagai dasar tumpeng (Achadi, 2007).

c. Protein

Sumber protein sangat diperlukan untuk pertumbuhan, perkembangan badan, pembentukan jaringan-jaringan baru dan pemeliharaan tubuh. Sumber protein diperoleh dari sumber hewani (daging, ayam, ikan dan telur) dan nabati (tumbuh-tumbuhan seperti kacang-kacangan, biji-bijian, tahu dan tempe) (Suyogo, 2006). Makanan yang tinggi protein biasanya juga tinggi lemak sehingga dapat menyebabkan obesitas. Kelebihan protein membebankan ginjal dan hati yang harus memetabolisme dan mengeluarkan kelebihan nitrogen. Maka dari itu, batas yang dianjurkan untuk konsumsi protein adalah dua kali Angka Kecukupan Gizi (AKG) untuk protein. Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi IV (WKNPG) tahun 2004 menganjurkan AKG remaja 1,5 – 2,0 gr/kgBB/hari (Sugoyo, 2006).

Protein diperlukan untuk sebagian besar proses metabolik, terutama pertumbuhan, perkembangan dan merawat jaringan tubuh. Asam amino merupakan elemen struktur otot, jaringan ikat, tulang, enzim, hormone dan antibodi, protein juga mensuplai sekitar 12 – 14% asupan selama masa anak- anak dan remaja (Husaini, 2002).

d. Lemak

Lemak merupakan zat gizi yang terdiri dari molekul karbon (C), hydrogen (H), dan oksigen (O₂). yang mempunyai sifat dapat larut pada zat pelarut tertentu. Beberapa jenis bahan makanan yang mengandung lemak, seperti : mentega, margarine, minyak (minyak kelapa atau minyak jagung), susu, keju, daging dll. Satu gram lemak setara dengan 9 kalori, AKG (Angka Kebutuhan Gizi) harian untuk lemak sebesar 62 gram. Adapun konsumsi kolesterol dibatasi agar tidak melebihi 300 mg per hari (Husaini, 2002).

Lemak berguna sebagai cadangan energi, pelarut vitamin A, D, E, dan K, memberi cita rasa pada makanan. Lemak dapat diperoleh dari minyak goreng, mentega, susu, daging, dan ikan. Makanan berlemak yang berlebihan seperti gajih, daging berlemak, kulit ayam, susu berlemak, keju dan mentega tidak disarankan karena bisa mengganggu kesehatan (Husaini, 2002).

Asupan lemak yang kurang, akan terjadi gambaran klinis defisiensi asam lemak esensial dan nutria yang larut dalam lemak, serta pertumbuhan yang buruk. Sebaliknya kelebihan asupan berisiko kelebihan berat badan, obesitas, meningkatnya risiko penyakit kardiovaskular dikemudian hari. Sumber berbagai lemak tertentu misalnya : lemak jenuh (mentega, lemak babi), asam lemak tidak jenuh tunggal (minyak olive), asam lemak jenuh ganda (minyak kacang kedelai), kolesterol (hati, ginjal, otak, kuning telur, daging, unggas, ikan dan keju) (Husaini, 2002).

WHO menganjur mengonsumsi lemak sebanyak 15-30% dari kebutuhan energi total dianggap baik untuk kesehatan. Jumlah ini memenuhi kebutuhan akan asam lemak esensial dan untuk membantu penyerapan vitamin larut lemak. Dalam Tumpeng Gizi Seimbang makanan sumber lemak, seperti yang telah diuraikan diatas, diletakan

pada puncak Tumpeng Gizi Seimbang karena penggunaannya dianjurkan seperlunya (Achadi, 2007).

3. Pengukuran Asupan

Untuk mengetahui atau mengukur asupan makanan individu menurut Sirajuddin, dkk. (2018) dapat di gunakan beberapa cara, yaitu :

a. Metode *Food Recall* 24 jam

Dalam metode *recall* 24 jam, digunakan cara mengingat asupan makanan selama dalam 24 jam atau hari sebelumnya. Untuk membantu proses mengingat, maka digunakan *food model* atau ukuran porsi. Asupan nutrisi dapat dihitung dengan data komposisi bahan makanan. *Recall* 24 jam yang telah berlalu, pencatatan dideskripsikan secara mendetail, dan sebaiknya dilakukan berulang pada hari yang berbeda (tidak berturut-turut), tergantung dari variasi menu keluarga dari hari ke hari (Gibson, 2005).

b. Metode Penimbangan Makanan (*Food Weighing*)

Sesuai dengan namanya, metode ini fokusnya pada penimbangan makanan dan minuman terhadap subyek yang akan dan sisa yang telah dikonsumsi dalam sekali makan. Penimbangan makanan dan minuman adalah dalam bentuk makanan siap konsumsi. Makanan yang ditimbang adalah makanan yang akan dimakan dan juga sisa makanan yang masih tersisa. Jumlah makanan yang dikonsumsi adalah selisih antara berat makanan awal dikurangi berat makanan sisa. Metode penimbangan makanan, dapat dilakukan pada instalasi penyelenggara makanan yang terintegrasi dengan pelayanan makanan.

c. Metode Estimasi Pencatatan Makan (*Estimated Record Food*)

Metode ini adalah metode mencatat semua makanan dan minuman termasuk snack yang telah di makan dari periode 1 sampai 7 hari, digunakan untuk mengukur asupan di rumah tangga dan asupan makan individu sehari-hari. Asupan nutrisi dapat diukur dengan menggunakan data komposisi makanan. Pengukuran bergantung pada hari saat dilakukan pencatatan (Gibson, 2005).

d. Metode Riwayat Makanan (*Food Dietary History*)

Metode yang focus pada penelusuran informasi riwayat makan subjek. Riwayat makanan termasuk halnya kebiasaan makan subjek yang dilakukan kurang lebih selama satu bulan. Semakin lama pengamatan maka akan semakin jelas terlihat kebiasaan makan subjek. Informasi yang diperoleh adalah berhubungan dengan cara individu membeli bahan, mengolah dan mengonsumsi makanan dari kebiasaan sehari-hari. Pencatatan riwayat makanan di rumah sakit (pasien) biasanya untuk mengetahui kebiasaan makan yang berhubungan dengan penyakit pasien.

D. Hubungan Asupan Zat Gizi Makro dengan VO₂Max

1. Karbohidrat

Karbohidrat berperan sebagai sumber utama tubuh. Biasa ditemui dalam bentuk glukosa (dalam darah) dan disimpan dalam bentuk glikogen (dalam otot dan hati) (Kemenkes RI, 2021). Oleh karena itu, jika tidak mengonsumsi karbohidrat secara cukup setiap hari akan menurunkan simpanan karbohidrat terutama dalam bentuk glikogen otot dan hati. Penurunan tersebut akan berdampak pada penurunan daya tahan dan performa atlet (Welis dan Rifki, 2013). Sebab itu, diperlukan optimalisasi konsumsi karbohidrat dengan menjaga asupan karbohidrat baik jenis dan jumlahnya selama latihan, pertandingan dan harian atlet.

Dibandingkan sumber energi lain, karbohidrat akan lebih digunakan saat VO₂Max melebihi 65% (Kemenkes RI, 2021). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Muthmainnah, dkk. (2019) terdapat hubungan yang signifikan dengan kekuatan hubungan sedang dan berpola positif antara asupan karbohidrat dengan kebugaran (VO₂Max). Hal ini menunjukkan semakin tinggi tingkat konsumsi karbohidrat maka tingkat VO₂Max juga akan bertambah. Hasil yang sama ditemukan oleh Dewi, dkk bahwa terdapat hubungan yang signifikan dan berkorelasi positif kuat antara asupan karbohidrat dengan VO₂Max.

2. Protein

Kebutuhan protein bagi seorang atlet tentu berbeda dengan yang bukan atlet. Seorang atlet yang dituntut untuk latihan rutin dan pertandingan berat, terlebih usianya masih remaja dalam pertumbuhan akan memerlukan protein yang besar (Syafrizar dan Welis, 2009 dalam Muthmainnah, 2019). Selain itu, protein sangat penting untuk pertumbuhan jaringan otot dan mendukung system imun tubuh. Asupan protein sesaat setelah Latihan atau pertandingan dapat meningkatkan sintesis protein pada seluruh tubuh, hal ini dapat mendukung pembentukan otot pada tubuh atlet dan mengoptimalkan masa pemulihan atlet (Kemenkes, 2021). Protein merupakan salah satu bahan dasar pembentuk hemoglobin (Hb), yang berfungsi sebagai pembawa atau pengangkut oksigen. Kekurangan hemoglobin (Hb) menjadi penghambat tercapainya nilai VO_2Max yang tinggi, dibuktikan dengan kadar hemoglobin dalam pembuluh darah arteri meningkat, maka menunjukkan adanya peningkatan VO_2Max (Buick, *et al*, 1980 dalam Giriwijoyo dan Sidik, 2012).

3. Lemak

Lemak merupakan sumber energi yang penting bagi atlet, karena menjadi sumber energi utama saat atlet dalam keadaan istirahat atau menjalankan aktivitas yang bertintensitas rendah sampai sedang. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Dewi & Kuswari (2013), tidak ada hubungan yang signifikan antara asupan lemak dengan tingkat VO_2Max pada atlet bulutangkis laki-laki dan perempuan di asrama atlet ragunan. Penelitian Muthmainnah, dkk (2019) pada atlet remaja di SSB Harbi juga memiliki hasil serupa, bahwa tidak ada hubungan yang signifikan di antara asupan lemak dengan VO_2Max . Hal ini diperkuat oleh pendapat Giriwijoyo dan Sidik (2012) yang menyebutkan bahwa penggunaan lemak selama olahraga memungkinkan terjadinya penghematan cadangan karbohidrat (glikogen) di dalam otot dan menyebabkan meningkatnya daya tahan otot (*muscular endurance*). Tetapi, karena dalam proses metabolisme pemecahan lemak menjadi energi membutuhkan banyak oksigen untuk memproduksi ATP, maka peningkatan oksidasi lemak tidak terlalu berpengaruh terhadap peningkatan VO_2Max , artinya untuk meningkatkan

kapasitas aerobik diperlukan kondisi pelatihan yang bersifat anaerobik *endurance*, sehingga faktor yang lebih menentukan peningkatan nilai $VO_2\text{Max}$ adalah dengan melakukan latihan fisik secara teratur.

E. Lemak Tubuh

1. Definisi Lemak Tubuh

Lemak tubuh merupakan lemak yang terdapat pada tubuh yang dan berasal dari makanan (eksogen) atau disintesis dalam tubuh itu sendiri (endogen). Lemak bersifat non polar atau sukar larut dalam air, sehingga membutuhkan pengangkut lemak untuk didistribusikan ke seluruh tubuh. Lemak tubuh terdiri dari jaringan adiposa, lemak subkutan dan lemak visceral. Lemak menjadi jaringan terbesar penyusun tubuh yaitu sebesar 10 – 20% pada pria dan 20 – 30% pada wanita. Sisanya yaitu karbohidrat dan protein tersimpan dalam bentuk otot-otot dan mineral yang membentuk tulang.

Lemak tubuh disimpan dalam dua jenis yaitu lemak esensial dan lemak untuk cadangan. Lemak esensial diperlukan untuk fungsi fisiologis normal seperti pada kelenjar susu, system saraf pusat dan sumsum tulang belakang. Distribusi lemak tubuh dapat dipresentasikan melalui persen lemak tubuh. Persen lemak tubuh menggambarkan berat atau massa lemak yang ada di tubuh seseorang secara umum, baik lemak subkutan ataupun lemak *visceral* (lemak yang terdapat pada organ).

2. Pengukuran Lemak Tubuh

Pengukuran lemak tubuh mulai diperkenalkan pada awal tahun 1990 dan sekarang penggunaannya sudah meluas sampai pada *club fitness* dan tempat-tempat latihan kebugaran lainnya (Supariasa, 2001). Lemak tubuh sering direpresentasikan dalam bentuk persen lemak tubuh. Hal ini digunakan untuk memantau cadangan lemak tubuh dan melihat tingkat obesitas seseorang, selain itu tingginya persen lemak tubuh erat kaitannya dengan berbagai macam penyakit kardiovaskular, dislipidemia, osteoarthritis, diabetes melitus tipe 2 dan kanker (Sitoayu, dkk, 2020). Oleh karena itu, perlu diadakan

pengecehan dan pemantauan terhadap tingginya persen lemak tubuh, terutama pada remaja. Persen lemak tubuh optimal untuk anak-anak dan remaja yaitu 11 – 20% pada laki-laki dan 25% pada perempuan (Manore, *et al* dalam Arum & Mulyati, 2014).

Seorang atlet memerlukan pengukuran tubuh secara rutin untuk memonitor perubahan massa otot dan massa lemaknya. Penurunan massa otot pada atlet dan peningkatan massa lemak tentu akan berpengaruh negatif pada metabolisme tubuh, kekuatan dan daya tahan atlet. Nilai normal persen lemak tubuh pada tiap cabang olahraga berbeda, sebagaimana tabel di bawah ini.

Tabel 3. Persen Lemak Tubuh Menurut Cabang Olahraga

Cabang Olahraga	%Lemak Tubuh	
	Putra	Putri
Bisbol	12 – 15	12 – 18
Bola Basket	6 – 12	20 – 27
Angkat Beban	9 – 16	-
Gulat	5 – 16	-
Sepeda	5 – 15	15 – 20
Gimnastik	5 – 12	10 – 16
Lari Maraton	5 – 11	10 – 15
Lari Sprint	8 – 10	12 – 20
Sepakbola	6 – 18	13 – 18
Renang	9 – 12	14 – 24
Tenis	12 – 16	16 – 24
Lompat Tinggi/Jauh	7 – 12	10 – 18
Hoki	8 – 15	12 – 18
Dayung	6 – 14	12 – 18
<i>Triathlon</i>	5 – 12	10 – 15

Sumber : Kemenkes (2021)

Metode pengukuran lemak tubuh menurut Supariasa (2001), antara lain :

a. Skinfold Caliper

Bagian-bagian tubuh yang umumnya diukur dengan menggunakan *skinfold caliper* adalah *tricep*, *bicep*, *subscapula* dan *suprailiac* (Supariasa, 2001). Beberapa asumsi menggunakan *skinfold* untuk mengukur lemak tubuh:

- 1) Pengukuran yang baik untuk mengukur lemak bawah kulit
- 2) Distribusi lemak bawah kulit adalah sama untuk semua individu

termasuk jenis kelamin

- 3) Ada hubungan antara lemak bawah kulit dan total lemak tubuh
- 4) Jumlah dari beberapa pengukuran skinfold dapat digunakan untuk memperkirakan total lemak tubuh

b. *Bioelectrical Impedance Analysis* (BIA)

Bioelectrical Impedance Analysis merupakan suatu metode yang cepat, aman dan relative murah untuk mengevaluasi komposisi tubuh secara klinis dan antropometrik (Arini, 2010). BIA mengukur berdasarkan konduktifitas elektrik. Jaringan lemak tubuh memiliki konduktifitas elektrik yang kecil, sedangkan otot, pembuluh darah dan tulang memiliki konduktifitas elektrik yang besar. BIA memiliki selang waktu pengukuran paling cepat 8 hingga 12 jam setelah objek melakukan aktivitas berat, minum alcohol atau berbagai macam faktor lain yang dapat menyebabkan hidrasi atau abnormalnya kadar air tubuh yang dapat mempengaruhi keakuratan alat.

BIA memperkiraan jumlah massa bebas lemak dengan merekam hambatan atau resistensi elektrik dengan frekuensi 50kHz yang dialirkan pada tubuh. Semakin banyak otot, semakin banyak simpanan air maka semakin kecil hambatan yang mengalir melalui tubuh. Apabila hambatan semakin besar berarti massa bebas lemak semakin sedikit dan persen lemak tubuh lebih banyak. Perhitungan lemak tubuh dan massa bebas lemak menggunakan BIA membutuhkan data tinggi badan, berat badan, umur dan jenis kelamin. Kemampuan BIA dalam membedakan lemak dan massa bebas lemak menggunakan prosedur yang *non-invasive* membuat alat ini dapat digunakan untuk mengukur lemak tubuh.

Terdapat berbagai jenis BIA yang digunakan secara umum. Beberapa jenis BIA dapat digunakan untuk mengukur persen lemak tubuh pada remaja dengan usia minimal 17 tahun. Namun terapat juga BIA yang dapat digunakan untuk usia 10 – 80 tahun. (Makarimah & Muniroh, 2017). Salah satu BIA yang dapat digunakan pada usia 10 – 80 tahun yaitu *Bioelectrical impedance analysis OMRON HBF-362*.

F. Hubungan Persen Lemak Tubuh dengan VO₂Max

Komposisi tubuh merupakan salah satu faktor yang berperan dalam mempengaruhi kapasitas VO₂Max. Seseorang yang memiliki persentase lemak tinggi cenderung memiliki VO₂Max yang rendah (Setty, *et al*, 2013). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Aini, dkk. (2019) diperoleh hasil terdapat hubungan yang signifikan antara persen lemak tubuh dengan VO₂Max atlet bulutangkis dengan kekuatan hubungan lemah dan arah hubungan negatif, yang berarti semakin rendah persen lemak tubuh maka semakin baik kapasitas VO₂Max nya. Penelitian sejenis yang dilakukan oleh Teresa, dkk (2018) juga menghasilkan hal yang sama bahwa terdapat hubungan antara persen lemak tubuh dengan VO₂Max dewasa muda.

Adanya kelebihan lemak pada tubuh akan meningkatkan massa tubuh, yang berakibat pada menurunnya percepatan gerak seseorang. Berat badan dengan komposisi lemak yang berlebih bisa menyebabkan kelelahan yang lebih cepat, karena adanya peningkatan suhu tubuh (Sukmajati, 2015 dalam Aini, dkk, 2019). Di samping itu, persen lemak tubuh yang tinggi mengakibatkan penebalan dinding ventrikel jantung sehingga menyebabkan berkurangnya jumlah darah yang dipompa oleh tubuh dan menghambat otot dalam menggunakan pasokan oksigen dari darah (Sharma, *et al*, 2016). Hal tersebutlah yang mengakibatkan berkurangnya jumlah oksigen dan berakibat menurunnya kapasitas VO₂Max.

G. Hemoglobin

1. Definisi Hemoglobin

Hemoglobin adalah protein yang kaya akan zat besi dalam sel darah merah. Satu molekul hemoglobin mengandung empat gugus heme yaitu suatu gugus organik yang memiliki subatom ferit/besi, sehingga mampu mengikat empat molekul oksigen. Selain itu Hemoglobin juga dapat mengikat karbonmonoksida dan karbondioksida (Guyton, 2013). Komponen lain yang ada dalam hemoglobin diantaranya adalah protein, garam besi, dan zat warna (Tasalim, R & Fatmawati, 2021).

2. Faktor yang Mempengaruhi Kadar Hemoglobin

Menurut Tasalim, R & Fatmawati (2021) terdapat beberapa faktor yang berpengaruh terhadap kadar hemoglobin dalam tubuh, antara lain :

a. Perdarahan

Perdarahan kronis yang terjadi pada tubuh dapat menyebabkan seseorang kehilangan sel darah merah secara perlahan-lahan. Dalam sel darah merah memiliki kandungan Hb, sehingga jika terjadi adanya perdarahan maka dapat menyebabkan anemia (kurang Hb). Penyakit yang dapat menyebabkan seseorang bersiko terdiagnosa anemia diantaranya yaitu hemoroid, gastritis, ulkus lambung, kanker kolon, dan lain-lain. Selain itu perdarahan secara alami juga dapat terjadi pada Wanita melalui menstruasi tiap bulannya. Jika menstruasi mengeluarkan darah yang sangat banyak maka akan beresiko anemia.

b. Konsumsi zat besi (Fe)

Zat besi adalah jenis mineral yang dibutuhkan sumsum tulang saat memproduksi Hb dalam darah. Kekurangan Hb dapat terjadi Ketika rendahnya asupan zat besi dan protein di dalam tubuh.

1) Zat besi

Zat besi digunakan untuk pembentukan Hb, zat ini Sebagian berasal dari pemecahan sel darah merah dan sebagiannya lagi didapat dari makanan. Asupan diet yang rendah zat besi atau rendahnya penyerapan zat besi di dalam usus karena gangguan usus atau operasi usus juga dapat menyebabkan rendahnya Hb dalam tubuh.

2) Protein

Makanan yang dapat meningkatkan penyerapan zat besi terutama Fe nonheme adalah vitamin C, serta sumber protein hewani tertentu (daging dan ikan). Protein juga berperan penting dalam penyimpanan dan transportasi serta absorpsi zat besi. Oleh karena itu, kurangnya asupan protein akan mengakibatkan transportasi zat besi terhambat sehingga akan terjadi defisiensi besi dan mengalami kekurangan kadar Hb.

c. Vegetarian

Kebanyakan orang yang mempunyai status zat besi rendah disebabkan oleh kualitas konsumsi pangan yang rendah. Kelompok yang termasuk beresiko adalah vegetarian, konsumsi pangan hewani yang rendah, atau terbiasa melewatkan waktu makan (*skip meal*).

d. Penyakit kronis

Beberapa penyakit yang dapat mempengaruhi produksi sel darah merah diantaranya yaitu AIDS, kanker hati, peradangan, gagal ginjal, rematik arthritis dan efek obat dari kemoterapi. Selain yang telah disebutkan di atas, seseorang dengan rematik arthritis juga bisa mengalami anemia.

e. Penyakit infeksi (infeksi cacing)

Infeksi cacing berdampak buruk bagi keadaan gizi dan anemia, sehingga hal ini dapat menyebabkan penurunan daya tahan tubuh, kemunduran kemampuan belajar dan produktivitas kerja. Apabila jumlah cacing semakin meningkat maka kehilangan darah akan semakin tinggi, sehingga mengganggu keseimbangan zat besi karena zat besi dikeluarkan lebih banyak dari zat gizi yang masuk.

3. Pengukuran Kadar Hemoglobin

Pemeriksaan kadar hemoglobin dalam darah berperan penting dalam menilai tingkat anemia seseorang. Menurut WHO dalam Cappellini & Motta (2015) kadar hemoglobin normal berdasarkan usia dan jenis kelamin dibedakan menjadi sebagai berikut :

Tabel 4. Klasifikasi Anemia Berdasarkan Usia dan Jenis Kelamin

Populasi	Nilai Normal (g/dL)	Anemia (g/dL)		
		Ringan	Sedang	Berat
Anak 6 – 59 bulan	>11	10 – 10,9	7 – 9,9	<7
Anak 5 – 11 tahun	>11,5	11 – 11,4	8 – 10,9	<8
Anak 12 – 14 tahun	>12	11 – 11,9	8 – 10,9	<8

Populasi	Nilai Normal (g/dL)	Anemia (g/dL)		
		Ringan	Sedang	Berat
Perempuan >15 tahun (tidak hamil)	>12	11 – 11,9	8 – 10,9	<8
Perempuan hamil	>11	10 – 10,9	7 – 9,9	<7
Lelaki >15 tahun	>13	11 – 12,9	8 – 10,9	<8

Sumber : WHO dalam Cappellini & Motta (2015)

Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan dalam mengukur kadar hemoglobin, baik yang dilakukan di laboratorium maupun lapangan, antara lain :

a. *Cyanmethemoglobin*

Cyanmethemoglobin merupakan pemeriksaan hemoglobin sederhana yang dianjurkan oleh *International Committee for Standardization in Hematology*. Metode ini bekerja dengan menghitung secara otomatis kadar hemoglobin dalam eritrosit (Lailla, dkk, 2021). *Cyanmethemoglobin* banyak digunakan karena mempunyai ketelitian yang lebih akurat dan tingkat kesalahannya yang rendah (Nugraha, 2015). Prinsip kerja dari metode ini yaitu hemoglobin darah diubah menjadi *cyanmethemoglobin* dalam larutan yang berisi kalium ferisianida, absorbansi larutan diukur pada panjang gelombang 540 nm (Suriadi, 2003).

b. Hb-Sahli

Hb-Sahli adalah salah satu metode pemeriksaan Hb yang paling sering digunakan di Indonesia. Metode Sahli termasuk dalam pemeriksaan hemoglobin secara visual berdasarkan satuan warna (*colorimetric*). Prinsip kerja Sahli didasarkan atas pembentukan hematin asam setelah darah ditambah dengan larutan HCl 0,1N kemudian diencerkan dengan aquadest. Pengukuran secara visual dengan mencocokkan warna larutan sampel dengan warna batang gelas standar (Suriadi, 2003). Metode Sahli lebih mudah dan ekonomis, namun metode ini bersifat subjektif karena hasil diperoleh dengan mata telanjang (Kusumawati, dkk, 2018). Selain itu, menurut Suriadi (2003)

metode sahli memiliki kesalahan sebesar 10 – 15%, sehingga tidak dapat digunakan untuk menghitung indeks eritrosit.

c. POCT (*Point of Care Testing*) *Homecue*

Selain metode Cyanmethemoglobin, metode lain yang disarankan oleh ICSH dengan langkah-langkah pengerjaan yang lebih sederhana yaitu *Point of Care Testing* (POCT) *Homecue*. POCT merupakan salah satu metode digital menggunakan alat bernama *Easy Touch* GCHb. Prinsip kerja alat ini yaitu menghitung kadar hemoglobin pada sampel darah berdasarkan kepada perubahan potensial listrik terbentuk secara singkat dipengaruhi oleh interaksi kimia antara sampel darah yang diukur dengan elektroda terhadap strip (Akhzami, dkk, 2016).

d. Tallquist

Tallquist merupakan salah satu metode pemeriksaan hemoglobin yang memiliki tingkat kesalahan cukup tinggi yaitu 25 – 50% (Shalehah dalam Priyanto dan Supatman, 2020). Sama halnya dengan metode Sahli yang berpedoman pada *colorimetric*. Tallquist membandingkan sampel asli dengan suatu skala warna yang bertingkat-tingkat mulai dari muda (cerah) sampai warna tua. Skala warn aini mempunyai lubang di tengahnya sehingga dara dapat dilihat dan dibandingkan secara visual langsung (Priyanto dan Supatman, 2020).

e. Tembaga Sulfat (*Copper-sulfate*)

Tembaga sulfat (CuSO_4) merupakan salah satu perangkat yang paling umum digunakan dan dikembangkan oleh WHO di negara berkembang (Srivastava, *et al*, 2014). Metode ini termasuk gravimetri semi kuantitatif yang sering digunakan dalam donor darah, sangat mudah dan murah, namun tidak memberikan tingkat akurasi yang baik (Adam, *et al*, 2012). Hasil metode ini dibaca dalam persentase Hb. Kadar Hb seseorang dianggap cukup bila nilainya sekitar 80% Hb. Metode ini dilakukan dengan meneteskan darah kapiler 1 tetes di atas permukaan larutan CuSO_4 B_j 1,053 dengan volume 300 – 500 ml dii dalam gelas takar. Kemudian, diamati apakah darah terapung (<80%),

melayang ($\pm 80\%$), dan terbenam ($>80\%$) (Sanchis-Gomar, *et al.*, 2013).

H. Hubungan Hemoglobin dengan VO₂Max

Hemoglobin berperan penting dalam daya tahan kardiorespirasi (Dieny dkk, 2017). Fungsi utama hemoglobin yaitu mengikat oksigen. Hemoglobin dalam darah memungkinkan untuk mengangkut 30 – 100 kali jumlah oksigen yang ditransport dalam bentuk oksigen terlarut di dalam cairan darah (plasma). Oleh karena itu, jika status hemoglobin berada di bawah normal, maka jumlah oksigen dalam darah juga akan lebih rendah. Begitu juga sebaliknya, jika status hemoglobin lebih tinggi dari normal maka status oksigen dalam darah akan meningkat (Avandi, 2002).

Hal ini diperkuat dengan hasil penelitian Anggraeni dan Wirjatmadi, (2019) yang menyatakan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara status hemoglobin responden dengan daya tahan kardiorespirasinya ($p = 0,014$). Responden dengan status hemoglobin rendah memiliki risiko 6,78 kali lebih tinggi untuk memiliki daya tahan kardiorespirasi yang rendah dibandingkan responden dengan status hemoglobin yang normal. Hasil serupa juga ditemukan oleh Sinaga (2013) yang menyatakan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara hemoglobin dengan kesegaran jasmani atlet. Hal ini diperkuat oleh Prommer, *et al* (2018) yang menyatakan bahwa peningkatan hemoglobin sebanyak 1 gram akan meningkatkan 3,6 ml/menit VO₂Max.