

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Aktivitas Fisik

Menurut *WHO* (2018), aktifitas fisik didefinisikan sebagai gerakan tubuh yang dihasilkan oleh otot rangka yang membutuhkan pengeluaran energi. Aktivitas fisik dikategorikan cukup apabila seseorang melakukan latihan fisik atau berolahraga selama 30 menit setiap hari atau minimal 3-5 hari dalam seminggu. Aktivitas fisik tiap individu berbeda tergantung gaya hidup, umur, jenis kelamin, pola makan, dan faktor lainnya.

Jenis-jenis aktivitas fisik remaja dapat digolongkan menjadi tiga tingkatan (Oktorina, 2015):

- a. Kegiatan ringan adalah aktivitas yang hanya memerlukan sedikit tenaga dan biasanya tidak menyebabkan perubahan dalam pernapasan atau ketahanan (*endurance*). Contoh: berjalan kaki, menyapu lantai, mencuci baju/piring, mencuci kendaraan, berdandan, duduk, les di sekolah, les di luar sekolah, nonton TV, belajar di rumah, aktivitas main *play station*, main komputer, nongkrong.
- b. Kegiatan sedang adalah aktivitas yang membutuhkan tenaga intens atau terus menerus, gerakan otot yang berirama atau kelenturan

(*flexibility*). Contoh: berlari kecil, tenis meja, berenang, bersepeda, bermain musik, jalan cepat, bersepeda.

- c. Kegiatan berat biasanya berhubungan dengan olahraga dan membutuhkan kekuatan (*strength*) yang menyebabkan berkeringat. Contoh: bermain sepak bola, berlari, squash, bermain bola basket, aktivitas aerobik, jogging, berenang, bela diri (misal karate, taekwondo, pencak silat), dan *outbond*. Aktivitas tinggi akan membuat orang terengah-engah. Kegiatan berat dapat juga didefinisikan sebagai latihan yang meningkatkan 70-80% denyut jantung maksimum. Denyut jantung maksimum adalah 220 dikurangi usia.

2. Olahraga Sepak Bola

a. Pengertian Olahraga

Berdasarkan dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2005 Tentang Ketentuan Umum Keolahragaan pada Bab I Pasal 1 yang menyatakan bahwa “Olahraga adalah segala kegiatan yang sistematis untuk mendorong, membina, serta mengembangkan potensi jasmani, rohani, dan sosial”. Sesuai dengan Undang-Undang tersebut disimpulkan bahwa olahraga dapat meningkatkan kualitas kehidupan manusia, baik dalam pengembangan jasmani, rohani, maupun dalam kehidupan sosial.

Olahraga berasal dari bahasa jawa yaitu *olah* yang berarti melatih diri dan *rogo* (raga) berarti badan. Secara luas olahraga

diartikan sebagai segala kegiatan atau usaha untuk mendorong, membangkitkan, mengembangkan dan membina kekuatan jasmani maupun rohani (Cholik & Lutan (2001:27) dalam Aditiawan, 2017). Olahraga merupakan subkategori dari aktivitas fisik dengan gerakan yang direncanakan, terstruktur, dan berulang yang dilakukan untuk memperbaiki atau meningkatkan kebugaran fisik.

b. Karakteristik Olahraga Sepak Bola

Sepak bola merupakan salah satu cabang olahraga populer yang sangat digemari oleh hampir seluruh masyarakat di penjuru dunia baik anak-anak, remaja, hingga dewasa. Prinsip dari permainan sepak bola yaitu pemain selalu berusaha untuk menguasai bola, mengoper bola, menggiring bola melewati lawan, berusaha merebut bola apabila bola dikuasai oleh lawan, dan melakukan *shooting* ke gawang dengan tepat dan mempertahankan daerah sendiri. Penguasaan bola tersebut dapat dilakukan secara individu maupun secara tim (Ibrahim, 2014).

Sepak bola adalah permainan beregu yang dimainkan oleh dua regu, masing-masing regu terdiri dari sebelas orang pemain termasuk seorang penjaga gawang (Roji, 2004). Waktu permainan selama 2×45 menit, ditambah istirahat 15 menit selama di antara kedua babak. Apabila permainan tetap seri selama 90 menit, maka dilakukan dengan metode *golden goal/sudden death* (perpanjangan waktu sampai salah satu tim mencetak gol, setelah gol terjadi, tim

yang mencetak gol menang), tetapi metode ini jarang digunakan atau *silver goal/extra time* selama 2×15 menit apabila masih seri diadakan adu penalti (Kemendikbud, 2017)

Permainan boleh dilakukan dengan seluruh bagian tubuh kecuali dengan kedua lengan atau tangan. Hampir seluruh keterampilan kaki, kecuali penjaga gawang dalam memainkan bola bebas menggunakan anggota badannya dengan kaki maupun tangannya sesuai dengan peraturannya (Anam, 2013). Teknik dasar dalam bermain sepak bola yang perlu dimiliki seorang pemain adalah menendang bola (*kicking*), menerima bola (*receiving the ball*), menggiring bola (*dribbling*), merebut bola (*tackling*), lemparan ke dalam (*throw in*), dan teknik menjaga gawang: bertahan dan menyerang (*technique of goal: defensive and offensive*) (Soewarno dalam Mujahid, 2012).

Sepak bola merupakan salah satu cabang olahraga yang mengombinasikan *power* (kekuatan), *endurance* (daya tahan), *sprint* (kecepatan) dan performa tubuh yang baik untuk mencapai prestasi yang maksimal selama dalam latihan maupun pertandingan yang harus dimiliki oleh setiap atlet sepak bola. Olahraga ketahanan (*endurance*) dimana seorang atlet sepak bola dalam 90 menit pertandingan secara total akan menempuh jarak (*distance covered*) sejauh 9.800-11.500 m. Selain itu, atlet sepak bola dalam satu pertandingan akan mengalami perubahan kecepatan lari sebanyak

40-60x dan perubahan aktivitas gerak tubuh setiap 5-6 detik (Dieny and Putriana, 2015).

Aktivitas dalam olahraga sepak bola merupakan kombinasi antara aktivitas yang bersifat aerobik dan anaerobik. Aktivitas dalam sepak bola yang bersifat aerobik merupakan aktivitas dengan intensitas rendah seperti lari-lari kecil dan berjalan. Sedangkan aktivitas dalam sepak bola yang bersifat anaerobik merupakan aktivitas dengan intensitas tinggi seperti *dribbling*, *tackling*, lari sprint (Irawan, 2007). Intensitas tinggi yang berlangsung selama pertandingan dapat mengakibatkan atlet mengalami kelelahan sebelum pertandingan selesai (Bangsbo & Mohr, 2011).

Kelelahan terjadi akibat banyaknya keringat yang keluar saat pertandingan dan tidak diimbangi dengan konsumsi cairan yang cukup untuk menjaga keseimbangan cairan tubuh sehingga dapat meningkatkan risiko dehidrasi (Silva dalam Dieny and Putriana, 2015). Keringat yang keluar tidak hanya terdiri dari air saja, tetapi pada kondisi tertentu juga dapat menyebabkan meningkatnya pengeluaran elektrolit utama seperti natrium dan klor atau garam tergantung pada intensitas latihan, faktor individu, kondisi lingkungan, status hidrasi (Dwita, Amalia, Iwo, & Bahri, 2015).

c. Karakteristik Atlet Sepak Bola Remaja

Masa remaja merupakan masa percepatan pertumbuhan dan perkembangan yaitu pada usia 10-18 tahun (Goldberg dalam Dieny

and Putriana, 2015). Percepatan pertumbuhan lebih cepat daripada masa anak-anak. Secara garis besar tumbuh kembang remaja dibagi menjadi tiga tahap, yaitu masa remaja awal (10-14 tahun), remaja menengah (14-17 tahun), dan remaja lanjut (17-20 tahun). Pada atlet remaja pertumbuhan dan perkembangannya meliputi penambahan tinggi badan, berat badan, konsumsi oksigen maksimal (VO_2 Maks), kapasitas aerobik, dan kekuatan otot (Lopez dalam Dieny and Putriana, 2015).

Atlet remaja pun memiliki risiko dehidrasi lebih tinggi daripada atlet dewasa (Krudak, *et. al* dalam Dieny and Putriana, 2015). Beberapa karakteristik atlet remaja yang menyebabkan terjadinya dehidrasi antara lain (US Soccer Federation dalam Astuti, 2015):

- 1) Remaja menyerap lebih banyak panas lingkungan karena rasio area permukaan dibandingkan rasio berat tubuh lebih besar daripada orang dewasa.
- 2) Remaja mengalami penurunan kemampuan mengeluarkan panas tubuh melalui keringat.
- 3) Remaja memproduksi lebih banyak panas tubuh selama melakukan aktivitas fisik.
- 4) Remaja sering tidak cukup minum untuk mengganti cairan yang keluar lewat keringat selama berolahraga.

- 5) Terbatasnya waktu untuk berhenti saat pertandingan sehingga menyebabkan pemain terus berlari dan berpindah tempat.
- 6) Cuaca saat pertandingan juga mempengaruhi status hidrasi atlet. Pertandingan seringkali tidak dimodifikasi supaya atlet dapat minum saat pertandingan ketika kondisi lingkungan panas

3. Cairan

a. Pengertian Cairan Tubuh

Air atau cairan merupakan bagian utama dalam tubuh dan komponen terbesar dalam struktur tubuh manusia. Kandungan air sekitar 55-60% dari berat badan orang dewasa. Pada anak-anak memiliki kandungan air dalam tubuh mencapai 75% dari berat badan, sedangkan pada usia tua menjadi 50% dari berat badan. Hal ini mengalami penurunan kandungan air dalam tubuh dengan adanya proses penuaan. Kandungan air tubuh setiap individu berbeda bergantung pada proporsi jaringan otot dan jaringan lemak. Tubuh yang mengandung relatif banyak otot mengandung lebih banyak air, sehingga air sangat diperlukan oleh tubuh bagi mereka yang melakukan aktivitas dengan intensitas tinggi atau olahraga yakni pada atlet (Almatsier, 2004).

b. Komposisi Cairan Tubuh

Cairan tubuh terbagi dalam 2 bagian yaitu cairan di dalam sel (intraselular) dan cairan di luar sel (ekstraselular). Cairan ekstraseluler terdiri atas cairan interstisial atau interselular (sebagain

besar) yang terdapat di sela-sela sel dan cairan intravaskular berupa plasma darah (Almatsier, 2004).

Cairan tubuh setiap waktu mengalami pergantian, tetapi komposisi cairan dalam kompartemen dipertahankan agar selalu dalam keadaan homeostiasis. Pembagian air di dalam tubuh berdasarkan kompartemen yaitu cairan tubuh total 45:1 dengan perbandingan ekstraselular dan intraselular yaitu 15:1. Dalam cairan ekstraselular terdiri atas interseleular dan intravaskuler dengan perbandingan 3:12. Kandungan natrium dan kalium pada ekstraselular yakni 28:1, sedangkan pada intraselular yakni 1:10 (Almatsier, 2004).

Cairan memiliki peranan penting dalam pengaturan suhu tubuh melalui pengeluaran keringat untuk evaporasi. Kehilangan panas melalui kulit sekitar 25% dari pengeluaran energi basal. Kurang lebih 80% dari seluruh energi yang dibentuk selama olahraga, dibuang sebagai panas (Giriwijoyo dan Sidik dalam Astuti, 2015). Keluarnya keringat saat olahraga harus diimbangi dengan konsumsi cairan yang cukup karena air yang keluar dari cairan interstisial akan menyebabkan terjadinya peningkatan konsentrasi elektrolit di dalam cairan ekstraseluler. Peningkatan konsentrasi elektrolit ini kemudian akan menyebabkan terjadinya perbedaan konsentrasi antara cairan intraseluler dan cairan ekstraseluler. Melalui proses osmosis, air akan berpindah dari cairan

intraseluler menuju cairan ekstraseluler. Jika proses ini dibiarkan dalam jangka waktu yang lama tanpa diimbangi dengan konsumsi cairan yang cukup, sel-sel di dalam tubuh akan mengalami dehidrasi (Irawan dalam Astuti, 2015). Ketidakseimbangan terjadi pada dehidrasi (kehilangan air secara berlebihan) dan intoksikasi air (kelebihan air) (Almatsier, 2004).

Tiga mineral utama dan merupakan mineral dengan konsentrasi terbesar dalam keringat yaitu natrium, kalium dan klorida, sedangkan mineral lain yang hilang dengan konsentrasi rendah adalah magnesium dan kalsium. Natrium dan kalium merupakan dua mineral yang paling banyak terbawa keluar tubuh melalui kelenjar keringat. Jumlah natrium yang hilang melalui keringat adalah 480-1840 mg/L dan jumlah kalium yang hilang melalui keringat rata-rata 195 mg/L (Coyle dalam (Astuti, 2015). Jika elektrolit yang hilang melalui keringat tidak dapat digantikan akan mempengaruhi keseimbangan cairan dalam tubuh dan performa olahraga (Fink dkk dalam Dieny and Putriana, 2015).

4. Dehidrasi

a. Pengertian Dehidrasi

Dehidrasi adalah kehilangan cairan atau kekurangan cairan dari jaringan tubuh yang berlebihan karena jumlah cairan yang keluar lebih besar dari jumlah cairan yang masuk (Almatsier dan Murray B dalam Ramadhan and Rismayanthi, 2016). Manusia

mengeluarkan cairan lewat pernapasan, keringat, urine dan tinja (Murray B dalam Ramadhan and Rismayanthi, 2016).

Berkeringat adalah salah satu proses biologis yang terjadi ketika berolahraga yang berfungsi mengatur suhu tubuh. Ketika pengeluaran keringat berlebihan, tubuh mengalami dehidrasi akibat kehilangan banyak cairan tubuh dan elektrolit. Banyaknya cairan tubuh yang hilang melalui keringat tergantung pada intensitas latihan, faktor individu, kondisi lingkungan, dan status hidrasi. Hilangnya cairan tubuh atau dehidrasi sebanyak satu sampai dua persen dari berat badan dapat mempengaruhi fungsi fisiologis tubuh dan berdampak negatif terhadap prestasi atlet tersebut. Dehidrasi yang lebih dari tiga persen berat badan dapat meningkatkan risiko terjadinya kram, kelelahan yang parah, dan *heat stroke* (Benardot dalam Siregar, 2016). Menurut Hidayati (2015) dalam (Fitrianiingrum, 2020) terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kehilangan cairan antara lain:

- 1) Genetika

Beberapa orang mempunyai sifat bawaan berkeringat lebih daripada orang lain.

- 2) Ukuran tubuh

Atlet yang memiliki ukuran tubuh besar cenderung berkeringat lebih daripada atlet yang tubuhnya lebih kecil.

- 3) Kebugaran

Orang yang bugar berkeringat di awal latihan dan dalam volume yang lebih besar.

4) Lingkungan

Keringat lebih banyak keluar jika berolahraga di tempat yang panas.

5) Intensitas latihan

Keringat meningkat seiring meningkatnya intensitas latihan.

b. Tingkatan Dehidrasi

Derajat keparahan dehidrasi menurut AFIC (1999) dalam Pertiwi (2015), yaitu:

1) Dehidrasi ringan

Ditandai dengan rasa haus, sakit kepala, kelelahan, wajah memerah, mulut dan kerongkongan kering. Dehidrasi ringan ini merupakan dehidrasi yang terjadi dalam waktu pendek dan tidak terlalu parah tetapi apabila dibiarkan maka akan berdampak buruk bagi kesehatan tubuh.

2) Dehidrasi sedang

Ditandai dengan detak jantung yang cepat, pusing, tekanan darah rendah, lemah, volume urin rendah namun konsentrasinya tinggi.

3) Dehidrasi berat

Ditandai dengan kejang otot, lidah bengkak (*swollen tongue*), sirkulasi darah tidak lancar, tubuh semakin melemah dan

kegagalan fungsi ginjal. Dehidrasi berat ini merupakan dehidrasi jangka panjang yang dapat berdampak buruk bagi kesehatan bahkan dapat menyebabkan kematian.

5. Tekanan Darah

a. Pengertian Tekanan Darah

Tekanan darah adalah tekanan dari darah yang dipompa oleh jantung terhadap dinding arteri. Tekanan darah seseorang meliputi tekanan darah sistolik dan tekanan darah diastolik. Tekanan darah sistolik merupakan tekanan darah waktu jantung menguncup. Tekanan darah diastolik adalah tekanan darah saat jantung istirahat. Selain untuk diagnosis dan klasifikasi, tekanan darah diastolik memang lebih penting daripada sistolik (Bustan dalam Chindy, 2019).

b. Klasifikasi Tekanan Darah

Klasifikasi tekanan darah menurut *Joint National Committee VII* untuk usia 18 tahun ke atas berdasarkan hasil pengukuran tekanan darah:

Tabel 1. Klasifikasi Tekanan Darah Usia > 18 Tahun

Klasifikasi	Sistolik (mmHg)	Diastolik (mmHg)
Normal	90 – 119	60 – 79
Prehipertensi	120 – 139	80 – 89
Hipertensi Tahap I	140 – 159	90 – 99
Hipertensi Tahap II	≥ 160	≥ 100

Sumber: *Joint National Committee on Prevention Detection, Evaluation, and Treatment of High Pressure VII – VII, 2003*

Sementara untuk anak-anak dan remaja hingga usia 17 tahun tekanan darah menurut jenis kelamin, usia, dan tinggi badan

setidaknya pada dua kesempatan pengukuran yang berbeda. Klasifikasi hasil pengukuran tekanan darah pada anak dan remaja hingga usia 17 tahun:

Tabel 2. Klasifikasi Tekanan Darah pada Anak Hingga Usia 17 Tahun

Klasifikasi	Tekanan Darah
Normal	< 90 persentil
Prehipertensi	90 – 95 persentil, atau jika tekanan darah > 120/80 mmHg walaupun tekanan darah tidak berada 90 – 95 persentil
Hipertensi Tahap I	95 persentil plus 5 mmHg
Hipertensi Tahap II	> 99 persentil plus 5 mmHg

c. Pengukuran Tekanan Darah

Tekanan darah adalah hasil kali tahanan vaskuler perifer dan curah jantung. Pengukuran tekanan darah yang tepat tergantung dari kondisi penderita saat diperiksa, kualitas peralatan, dan keterampilan pemeriksa. Pengukuran tekanan darah saat ini dapat dilakukan dengan dua jenis tensimeter, yaitu manual (*sphygmomanometer*) dengan stetoskop dan digital. Penggunaan tensimeter digital lebih disarankan karena penggunaannya yang lebih praktis, dan lebih aman karena tidak menggunakan logam berat. Namun, alat yang digunakan harus di kalibrasi terlebih dahulu untuk menghasilkan data yang lebih akurat. Selain itu dapat juga menggunakan tensimeter digital (Kaplan, Norman, Ronald dalam Utomo 2017).

Berdasarkan Kusyati dalam Utomo (2017) Pengukuran tekanan darah remaja dilakukan sama seperti pada dewasa yaitu yang akan dilakukan pengukuran tekanan darah sebaiknya

diistirahatkan selama 3-5 menit. Perbedaan terletak pada ukuran manset yang digunakan. Dimana manset yang digunakan untuk pengukuran berukuran lebar 7,5-9 cm dan panjang 17-19 cm. Cara penggunaannya yaitu:

- 1) Selang udara dimasukkan ke dalam port.
- 2) Lengan dimasukkan ke dalam manset.
- 3) Gunakan manset pada lengan atas. Perhatikan posisi lengan, bagian bawah manset harus 1-2 cm diatas siku. Kencangkan manset.
- 4) Dalam melakukan pengukuran usahan dalam situasi yang tenang dan duduk di posisi yang nyaman. Duduk tegak, kaki menapak ke lantai dan manset harus sejajar dengan posisi jantung.
- 5) Tombol start/stop ditekan, manset akan mengembang otomatis.
- 6) Setelah pengukuran selesai, manset dilepaskan. Tombol start/stop ditekan untuk mematikan alat.
- 7) Hasil pengukuran dicatat pada lembar observasi. Pengukuran diulangi sebanyak 2 kali untuk mencegah terjadinya kesalahan. Hasil diperoleh dari rata-rata 2x pengukuran.

6. Saturasi Oksigen

a. Pengertian Saturasi Oksigen

Saturasi oksigen adalah presentasi hemoglobin yang berikatan dengan oksigen dalam arteri. Dalam kedokteran, oksigen saturasi (SO_2), sering disebut sebagai "SATS", untuk mengukur persentase oksigen yang diikat oleh hemoglobin di dalam aliran darah. Pada tekanan parsial oksigen yang rendah, sebagian besar hemoglobin terdeoksigenasi yaitu proses pendistribusian darah beroksigen dari arteri ke jaringan tubuh (Hidayat dalam Fadhilah. 2020).

b. Pengukuran Saturasi Oksigen

Pengukuran saturasi oksigen dapat dilakukan dengan beberapa teknik. Penggunaan oksimetri nadi merupakan teknik yang efektif untuk memantau pasien terhadap perubahan saturasi oksigen yang kecil atau mendadak (Tarwoto, 2006 dalam Susanti 2021).

Klasifikasi persentase saturasi oksigen:

Klasifikasi	Persentase Saturasi Oksigen
Normal	95 – 100%
Tidak Normal	< 95%

Adapun cara pengukuran saturasi oksigen antara lain:

- 1) Saturasi oksigen arteri (SaO_2) nilai di bawah 90% menunjukkan keadaan hipoksemia (yang juga dapat disebabkan oleh anemia). Hipoksemia karena SaO_2 rendah ditandai dengan sianosis. Oksimetri nadi adalah metode pemantauan *non invasif* secara kontinyu terhadap saturasi oksigen hemoglobin (SaO_2). Meski oksimetri oksigen tidak bisa menggantikan gas-gas darah arteri,

oksimetri oksigen merupakan salah satu cara efektif untuk memantau pasien terhadap perubahan saturasi oksigen yang kecil dan mendadak. Oksimetri nadi digunakan dalam banyak lingkungan, termasuk unit perawatan kritis, unit keperawatan umum, dan pada area diagnostik dan pengobatan ketika diperlukan pemantauan saturasi oksigen selama prosedur.

- 2) Saturasi oksigen vena (SvO_2) diukur untuk melihat berapa banyak mengkonsumsi oksigen tubuh. Dalam perawatan klinis, SvO_2 di bawah 60%, menunjukkan bahwa tubuh adalah dalam kekurangan oksigen, dan iskemik penyakit terjadi. Pengukuran ini sering digunakan pengobatan dengan mesin jantung-paru (*Extracorporeal Sirkulasi*), dan dapat memberikan gambaran tentang berapa banyak aliran darah pasien yang diperlukan agar tetap sehat.
- 3) Tissue oksigen saturasi (StO_2) dapat diukur dengan spektroskopi inframerah dekat. Tissue oksigen saturasi memberikan gambaran tentang oksigenasi jaringan dalam berbagai kondisi.
- 4) Saturasi oksigen perifer (SpO_2) adalah estimasi dari tingkat kejenuhan oksigen yang biasanya diukur dengan oksimeter pulse.

7. Daya Tahan Aerobik (VO_2Maks)

a. Pengertian VO_2Maks

Menurut Kathleen Liwijaya Kuntaraf dan Jonathan Kuntaraf (1992: 34) dalam Zukhrufurrami (2017), pengukuran banyaknya udara atau oksigen disebut VO_2 Maks. V berarti volume, O_2 berarti oksigen, dan max berarti maksimum. Tingkatan dimana konsumsi oksigen tidak akan bertambah lagi disebut dengan jumlah maksimum pengambilan oksigen, konsumsi oksigen maksimum, atau VO_2 Maks dengan demikian VO_2 Maks berarti volume oksigen yang tubuh dapat gunakan saat bekerja sekeras mungkin.

Menurut Junusul Hairy (1989: 176) dalam Zukhrufurrami (2017) daya tahan pada banyak kegiatan seperti sepak bola, bola basket, lari jarak jauh, renang, bersepeda dan sebagainya, dibatasi oleh kapasitas sistem sirkulasi (jantung, pembuluh darah, dan darah) dan sistem respirasi (paru-paru) untuk menyampaikan oksigen ke otot – otot tersebut. Kegiatan semacam itu dikategorikan sebagai daya tahan kardiovaskuler atau daya tahan aerobik.

Kedayagunaan tubuh dalam menggunakan oksigen pada saat melakukan pekerjaan, misalnya olahraga, otot harus menghasilkan energi satu proses dimana oksigen memegang peranan penting. Lebih banyak oksigen digunakan berarti lebih besar kapasitas untuk menghasilkan energi dan kerja yang berarti daya tahan anda lebih besar. VO_2 Maks yang tinggi dapat melakukan lebih banyak pekerjaan sebelum menjadi lelah dibandingkan dengan mereka yang mempunyai VO_2 Maks rendah. Semakin sehat dan tinggi kesegaran

jasmani, maka lebih banyak oksigen dalam tubuh yang dapat diproseskan. Pada saat berlatih paru-paru didalam tubuh kita akan dapat mengambil lebih banyak oksigen, yang berarti peredaran darah akan menjadi lebih baik. Dengan demikian mereka yang mempunyai VO_2 tinggi adalah orang yang mempunyai kesegaran jasmani baik, sedangkan yang mempunyai VO_2 yang rendah, tidak mempunyai kesegaran jasmani kurang baik (Kathleen Liwijaya Kuntaraf dan Jonathan Kuntaraf (1992: 34) dalam Zukhrufurrami (2017).

b. Tes Pengukuran VO_2 Maks

Pengukuran VO_2 Maks dapat dilakukan menggunakan beberapa metode seperti *Cooper test* (tes lari 2,4 km), Balke (tes lari 15 menit), tes lari *multi stage*, *bleep test*, dan *harvard step test*. Dari beberapa metode tersebut, metode tes balke merupakan tes lapangan yang baik dan cocok digunakan untuk tes kebugaran. Subjek dalam tes Balke diminta untuk menempuh jarak sejauh mungkin dalam waktu 15 menit, dengan cara berlari atau berjalan tanpa henti selama berada di lintasan (Parekh, 2017 dalam Wahyudi, Agus Ahmad, 2018). Tes ini tergolong mudah pelaksanaannya karena memerlukan peralatan yang sederhana (Sukadiyanto dalam Putra, 2013).

- 1) Lapangan atau lintasan lari yang jaraknya jelas atau tidak terlalu jauh, maksudnya adalah lintasan dapat dilihat dengan jelas oleh peneliti/pengetes.

- 2) Penanda jarak atau bendera kecil untuk menandai jarak lintasan
- 3) Stopwatch atau alat pengukur waktu dalam satuan menit.

Adapun protokol pelaksanaan tesnya yaitu:

- 1) Peserta tes berdiri di garis start dan bersikap untuk berlari secepat-cepatnya selama 15 menit.
- 2) Bersamaan dengan aba-aba peluit pertama Peserta tes mulai berlari dan pencatat waktu mulai meng-“ON”kan stopwatch.
- 3) Selama waktu 15 menit, pengetes memberi aba-aba peluit kedua, di mana bersamaan dengan itu stopwatch dimatikan dan peserta melepaskan rompi dan meletakkannya ditempat ia berhenti sebagai penanda jarak yang telah ditempuhnya.
- 4) Pengetes mengukur jarak yang ditempuh peserta tes yang telah ditempuh selama 15 menit.

Selanjutnya, hasil jarak tempuh lari selama 15 menit dimasukkan ke dalam rumus:

$$VO_2Maks = \left(\frac{\text{jarak yang ditempuh}}{15} - 133 \right) \times 0,172 + 33,33$$

Hasil tersebut diinterpretasikan:

Tabel 4. Klasifikasi VO₂Maks Laki-Laki (satuan dalam ml/kg/min.)

Usia	Kurang Sekali	Kurang	Cukup	Baik	Baik Sekali
13 – 19	<35,0	35,0 – 38,3	38,4 – 45,1	45,2 – 50,9	>51,0
20 – 29	<33,0	33,0 – 36,4	36,5 – 42,4	42,5 – 46,4	>46,5
30 – 39	<31,5	31,5 – 35,4	35,5 – 40,9	41,0 – 44,9	>45,0
40 – 49	<30,2	30,2 – 33,5	33,6 – 38,9	39,0 – 43,7	>43,8
50 – 59	<26,1	26,1 – 30,9	31,0 – 35,7	35,8 – 40,9	>41,0
>60	<20,5	20,5 – 26,0	26,1 – 32,2	32,3 – 36,4	>36,5

8. Minuman Isotonik

Minuman yang banyak digunakan oleh para atlet untuk mengatasi dehidrasi adalah *sport drink* atau minuman isotonik. *Sport drink* merupakan minuman yang mengandung karbohidrat dan elektrolit, serta dapat digunakan sebagai minuman rehidrasi pada atlet saat latihan ataupun pertandingan (Astuti, 2015). Menurut BSN (1998) dalam (Koswara, 2009), minuman isotonik merupakan salah satu produk minuman ringan karbonasi atau nonkarbonasi untuk meningkatkan kebugaran yang mengandung gula, asam sitrat, dan mineral.

Istilah isotonik seringkali digunakan untuk larutan yang memiliki nilai osmolalitas yang mirip dengan cairan tubuh (darah), sekitar 280 mosm/kg H₂O. Minuman isotonik juga dikenal dengan *sport drink* yaitu minuman yang berfungsi untuk mempertahankan cairan dan garam tubuh serta memberikan energi karbohidrat ketika melakukan aktivitas (Koswara, 2009).

Minuman isotonik mengandung karbohidrat dengan konsentrasi 4-8% yang memungkinkan asupan gizi berlangsung selama latihan. *Sport drink* adalah minuman dengan komposisi beberapa tipe monosakarida, disakarida dan terkadang maltodekstrin yang memiliki konsentrasi berkisar antara 6–9% (berat/volume). *Sport drink* biasanya terdiri dari sejumlah kecil mineral atau elektrolit seperti natrium, kalium, klorida, fosfat dan tersedia dalam beberapa rasa buah (Maughan

& Murray dalam Niamilah, 2015). *Sport drink* diciptakan untuk memenuhi kebutuhan energi dan cairan bagi atlet (Kenney, Wilmore and Costill, 2012). Jika dilihat dari sudut pandang hidrasi, menstimulasi kecepatan absorpsi cairan, dan mengurangi stres fisik karena olahraga serta untuk mempercepat proses pemulihan setelah olahraga (Shirreffs, Sawka and Stone, 2006).

Sport drink merupakan produk pangan yang didasarkan pada riset ilmiah dengan menggabungkan 2 aspek yaitu manfaatnya bagi kesehatan (*efication*) dan penerimaan konsumen (aspek sensoris). Bila ditinjau dari produksi pangan, *sport drink* merupakan minuman yang sederhana, karena hanya terdapat aspek pencampuran antara air, mineral (elektrolit) dan karbohidrat. Pada sudut pandang ini, *sport drink* berbeda dengan oralit yang bermanfaat mengatasi dehidrasi. Selain bermanfaat menggantikan energi, cairan tubuh dan elektrolit yang hilang tetapi juga tetap memiliki rasa yang enak. Oleh karena itu, formulasi *sport drink* yang tepat merupakan sebuah teknik yang tidak sederhana (Koswara, 2009).

Kehilangan sejumlah tertentu volume dan perubahan komposisi cairan tubuh selama latihan dapat dicegah dan diperbaiki melalui konsumsi minuman yang mengandung glukosa dan elektrolit, yang akan memberikan efek menguntungkan bagi anggota tim (Koswara, 2009). Selain memberikan rasa manis, karbohidrat seperti glukosa, sukrosa, dan fruktosa juga bermanfaat untuk menambah tenaga, mencegah

hipoglikemia (turunnya glukosa darah), mencegah lemas, dan menurunkan kadar hormon stres di dalam tubuh. Sementara kandungan elektrolit seperti natrium, kalium, dan klorida bisa mencegah terjadinya kram otot (Hidayati, 2015).

Fungsi natrium untuk kontraksi otot serta membantu absorpsi glukosa. Konsumsi natrium selama olahraga dapat membantu menjaga tekanan osmotik, dan pada konsumsi yang tepat dapat menjaga volume plasma, memelihara konsentrasi natrium plasma dan penurunan produksi urine, mempercepat rehidrasi. Apabila status hidrasi atlet baik akan menjaga fungsi kardiovaskuler, menurunkan risiko ketidakseimbangan cairan elektrolit. Kalium berfungsi untuk kontraksi otot bersama natrium, magnesium dan kalsium (Irawan dalam (Astuti, 2015).

Syarat mutu minuman isotonik di Indonesia mengacu pada SNI 01- 4452-1998 dalam (Koswara, 2009):

Tabel 5. Spesifikasi Persyaratan Mutu Minuman Isotonik

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
1.1	Bau	-	Normal
1.2	Rasa	-	Normal
2	pH	-	Maks. 4,0
3	Total gula sebagai sukrosa	%	Min. 5
4	Mineral		
4.1	Natrium	mg/kg	Maks. 800 – 1000
4.2	Kalium	mg/kg	Maks. 125 – 175
5	Bahan tambahan makanan	-	SNI 01-022-1995
6	Cemaran logam		
6.1	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 0,3
6.2	Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks. 2,0
6.3	Seng (Zn)	mg/kg	Maks. 5,0

6.4	Raksa (Hg)	mg/kg	Maks. 0,03
6.5	Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40 (25,0*)
7	Arsen (As)	mg/kg	Maks. 0,1
8	Cemaran mikroba		
8.1	Angka lempeng total	Koloni/ml	Maks. 2×10^2
8.2	Coliform	APM/ml	<3
8.3	Salmonella		Negatif
8.4	Kapang	Koloni/ml	Maks. 50
8.5	Khamir	Koloni/ml	Maks. 50

Sumber: Badan Standarisasi Nasional, 1998 dalam Koswara, 2009

Menurut Koswara (2009), minuman isotonik/ *sport drink* diformulasikan untuk memberikan manfaat bagi tubuh, diantaranya:

- a. Mendorong konsumsi cairan secara sukarela
- b. Menstimulir penyerapan cairan secara cepat
- c. Menyediakan karbohidrat untuk meningkatkan performance
- d. Menambah respons fisiologis
- e. Untuk rehidrasi yang cepat

Minuman isotonik diyakini sebagai minuman ideal bagi atlet olahraga. Perannya tidak hanya sebagai minuman biasa yang menggantikan cairan tubuh, tapi juga sebagai pengganti elektrolit yang hilang bersama keringat dan penyuplai energi bagi aktivitas tubuh saat berolahraga (Koswara, 2009).

Menurut (Irianto, 2007), minuman dapat diberikan dengan 8-13°C, umumnya 10°C untuk meningkatkan palatabilitas. Walaupun minuman dingin dipercaya dapat mempercepat pengosongan lambung, penelitian terbaru membuktikan bahwa tidak terdapat perbedaan laju absorpsi pada suhu minuman 4°C dan 40°C. Dengan kata lain, suhu minuman tidak berpengaruh terhadap absorpsi cairan. Namun, minuman

yang diberikan dalam kondisi dingin dapat memaksimalkan palatabilitas sehingga memacu atlet untuk meminum lebih banyak (Singh dalam Astuti, 2015).

9. Bahan Pembuat Sport Drink Mabel

a. Madu

Madu adalah cairan manis alami yang berasal dari nektar tumbuhan yang diproduksi oleh lebah madu. Nektar berasal dari bunga mekar, cairan tumbuhan yang mengalir di daun dan kulit pohon. Setelah nektar dihisap, lebah akan memfermentasikan dalam perutnya dengan mengubah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa oleh enzim invertase yang berasal dari tenggorokan. Madu disimpan di dalam sel-sel sarang kemudian madu akan mengalami ekstraksi air, pembentukan monosakarida dan pengayaan dengan campuran aromatik. Setelah tiga sampai tujuh hari, lebah menutup sel dengan malam yang mematangkan madu (Adji, 2007).



Gambar 1. Madu

Sumber: *Dokumentasi Penelitian*

Madu alami memiliki kandungan terbanyak dari karbohidrat sebesar 82,4% yakni 38% fruktosa, 31 glukosa, dan 12,9% gula lain.

Selain itu, madu tersusun atas 17,1% air, 0,5% protein, asam amino, senyawa fenolik, vitamin, asam organik, dan berbagai mineral.

Berikut kandungan gizi madu dalam 100 gram bahan:

Tabel 6. Kandungan Gizi Madu

Kandungan	Satuan	Nilai per 100 gram
Air	g	0
Energi	kcal	294
Protein	g	0,3
Lemak	g	0
Karbohidrat	g	79,5
Serat	g	0,20
Vitamin C	mg	4
Kalsium (Ca)	mg	5
Zat besi (Fe)	mg	0,9
Magnesium (Mg)	mg	2
Fosfor (P)	mg	16
Kalium (K)	mg	26,9
Natrium (Na)	mg	6
Zinc (Zn)	mg	0,2
Retinol	mcg	0
B-kar	mcg	0
Thiamin	mg	0
Riboflavin	mg	0,04
Niasin	mg	0,1
BDD	%	100

Sumber: Tabel Komposisi Pangan Indonesia, 2017

Madu merupakan sumber karbohidrat alami yang dapat bertindak sebagai penyuplai energi selama olahraga. Madu berpotensi sebagai *ergogenic aid* alami dalam olahraga dikarenakan memiliki kadar karbohidrat yang tinggi terutama jenis fruktosa dan glukosa. Keberadaan dua jenis karbohidrat yakni glukosa dan fruktosa pada madu dalam jumlah seimbang dapat memberikan

keuntungan apabila dikonsumsi sebagai minuman olahraga (Dorfman dalam Anggraini, 2013).

Disamping peran karbohidrat sebagai sumber energi selama berolahraga, natrium dan kalium sebagai sumber elektrolit dapat membantu absorpsi glukosa dengan cepat apabila ditambahkan bersama sumber karbohidrat dalam minuman. Kadar natrium sebanyak 20-50 mmol/l (460-1150 mg/l) dapat menstimulasi pemakaian karbohidrat dan air dalam usus halus dan mempertahankan volume cairan ekstraseluler (Anggraini, 2013).

Berdasarkan penelitian Hadi (2006) dalam Fitrianingrum (2020) terkait optimalisasi minuman isotonik madu, madu kelengkeng merupakan formula madu terbaik. Madu kelengkeng adalah madu yang dihasilkan oleh lebah yang mengonsumsi nektar dari tanaman kelengkeng (Sumospraswoto, *et. al*, 1993). Madu kelengkeng memiliki khasiat meningkatkan daya tubuh, memperlancar urin, memperkuat kuat fungsi ginjal, dan memperlancar fungsi otak (Pusat Perlebahan APIARI Pramuka, 2003).

b. Garam

Natrium klorida (NaCl) dikenal dengan sebutan garam, secara umum dan secara komersial juga dikenal sebagai garam meja, garam batu, atau garam laut. Garam dihasilkan dari pengeboran, dan

penguapan larutan asin dari garam yang terdapat di bawah tanah dan dari laut dengan cara penguapan dengan panas. Garam berbentuk kristal kubus, asin, putih, tak berwarna/transparan bila dalam bentuk kristal besar (Merck dalam Ainnurkhalis, 2016).



Gambar 2. Garam
Sumber : *Google*

Menurut USDA (2018), selain kandungan mineral natrium dalam 100 g garam juga mengandung mineral lain seperti kalsium dan kalium serta mineral lainnya meskipun dalam jumlah kecil (Ainnurkhalis, 2016). Berikut kandungan gizi garam dalam 100 gram per bahan:

Tabel 7. Kandungan Gizi Garam

Kandungan	Satuan	Nilai per 100 gram
Air	g	0,2
Energi	kcal	0,0
Protein	g	0,0
Lemak	g	0,0
Karbohidrat	g	0,0
Kalsium (Ca)	mg	24
Zat besi (Fe)	mg	0,33
Magnesium (Mg)	mg	1
Fosfor (P)	mg	0,0
Kalium (K)	mg	8,0
Natrium (Na)	mg	38758
Zinc (Zn)	mg	0,10

Sumber: USDA (2018)

Koswara (2009) menjelaskan bahwa garam sering digunakan pada pangan sebagai zat gizi, pengawet, flavor dan intensifier. Penggunaan garam dalam minuman isotonik ditujukan untuk menambah kekurangan kandungan mineral yaitu natrium pada minuman isotonik sesuai standar yang berlaku yaitu mengandung 800-1000 mg/kg. Fungsi natrium untuk kontraksi otot serta membantu absorpsi glukosa. Konsumsi natrium selama olahraga dapat membantu menjaga tekanan osmotik, dan pada konsumsi yang tepat dapat menjaga volume plasma, memelihara konsentrasi natrium plasma dan penurunan produksi urine, mempercepat rehidrasi.

c. Belimbing Wuluh

Belimbing merupakan salah satu buah yang memiliki jenis varietas yang bermacam – macam. Salah satu jenis belimbing yang paling banyak digunakan yaitu belimbing wuluh. Belimbing wuluh yang digunakan tingkat kematangannya adalah yang memiliki warna hijau kekuningan. Belimbing wuluh adalah jenis buah tropis yang buahnya berwarna hijau kekuningan dan memiliki rasa yang asam. Belimbing wuluh biasanya dimanfaatkan sebagai penyedap rasa pada masakan dan sebagai penyegar dalam beberapa jenis makanan. Belimbing wuluh dalam 100 g mengandung 36 kalori dan juga mengandung beberapa vitamin seperti vitamin A, B, dan C (Winarno, 2002).



Gambar 3. Belimbing Wuluh
Sumber : *Dokumentasi Penelitian*

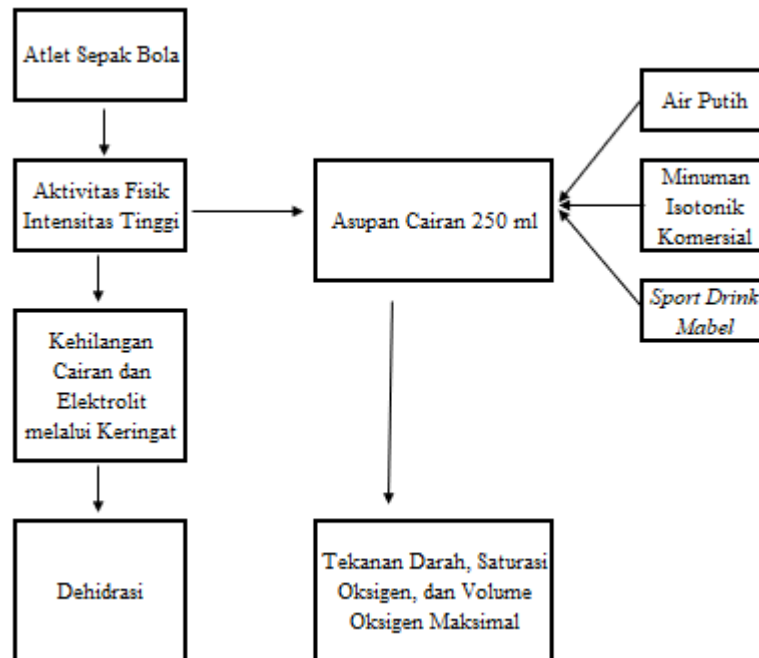
Setiap 100 g pada belimbing wuluh segar mengandung air 92,9 g; vitamin C 35 mg; dan fosfor 13 mg (Fachruddin, 2002). Pemanfaatan pengolahan belimbing wuluh masih sedikit dikarenakan kurangnya ilmu dan pengetahuan mengenai kandungan dan manfaat dari belimbing wuluh (Langkong, Sukendar, & Ihsan, 2018). Kandungan gizi belimbing wuluh dalam 100 gram bahan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Kandungan Gizi Belimbing Wuluh

Kandungan	Satuan	Nilai per 100 gram
Air	g	93,0
Energi	kkal	32,0
Protein	g	0,6
Lemak	g	-
Karbohidrat	g	7,0
Vitamin A	IU	-
Kalium (K)	mg	148,0
Natrium (Na)	mg	4,0
Kalsium (Ca)	mg	3,4
Zat besi (Fe)	mg	0,4
Fosfor (P)	mg	11,1
Thiamin	mg	0,01
Riboflavin	mg	0,02
BDD	%	100

Sumber: *Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI, 1996I*, Tabel Komposisi Pangan Indonesia, 2017

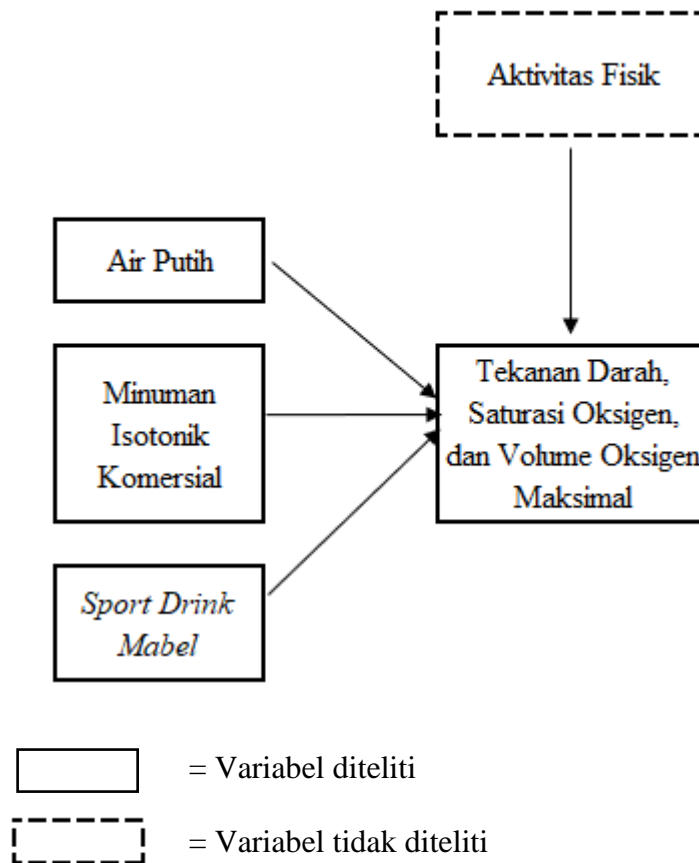
B. Kerangka Teori



Sumber: Oktorina (2015) dalam Fitrianingrum (2020) dengan modifikasi

Gambar 4. Kerangka Teori Penelitian Pengaruh Pemberian *Sport Drink* “Mabel” Formula Madu dan Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi*) Terhadap Tekanan Darah, Saturasi Oksigen (SpO₂), dan Volume Oksigen Maksimal (VO₂Maks) Pada Atlet Sepak Bola

C. Kerangka Konsep



Gambar 5. Kerangka Konsep Penelitian Pengaruh Pemberian *Sport Drink* “Mabel” Formula Madu dan Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi*) Terhadap Tekanan Darah, Saturasi Oksigen (SpO₂), dan Volume Oksigen Maksimal (VO₂Maks) Pada Atlet Sepak Bola

D. Hipotesis

1. Pemberian *sport drink Mabel* berpengaruh terhadap tekanan darah atlet sepak bola dibandingkan dengan minuman isotonik komersial dan air putih

2. Pemberian *sport drink Mabel* berpengaruh terhadap saturasi oksigen atlet sepak bola dibandingkan dengan minuman isotonik komersial dan air putih
3. Pemberian *sport drink Mabel* berpengaruh terhadap volume oksigen maksimal atlet sepak bola dibandingkan dengan minuman isotonik komersial dan air putih