



**PENGARUH WAKTU PEMULIHAN SETELAH PERTANDINGAN
TERHADAP DAYA LEDAK OTOT TUNGKAI
PADA ATLET SEPAKBOLA**

SKRIPSI

Oleh

**Cahyo Bagaskoro
NIM 152010101048**

**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



**PENGARUH WAKTU PEMULIHAN SETELAH PERTANDINGAN
TERHADAP DAYA LEDAK OTOT TUNGKAI
PADA ATLET SEPAKBOLA**

SKRIPSI

diajukan untuk melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Pendidikan Dokter (S1) dan mencapai gelar Sarjana Kedokteran

Oleh

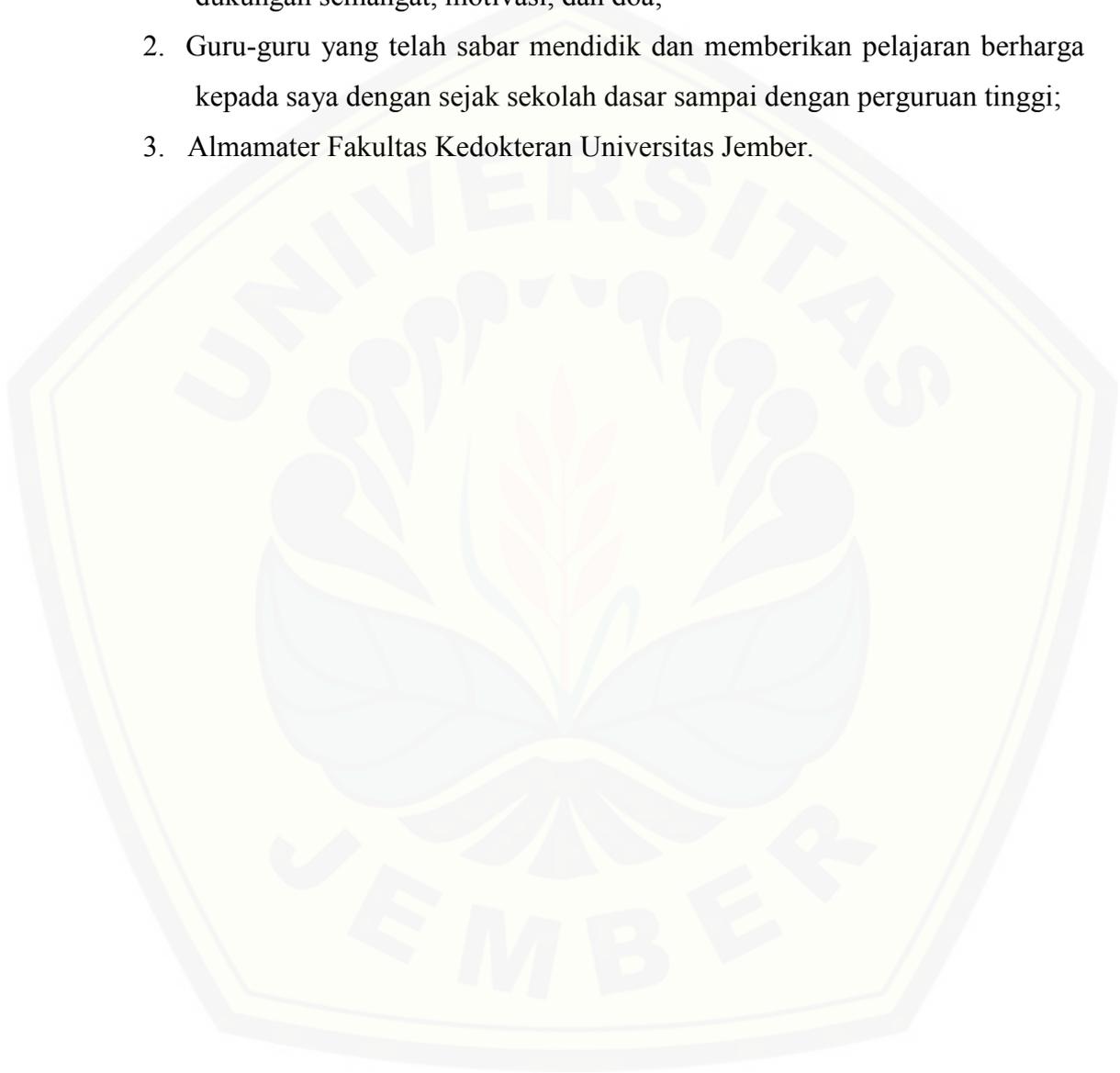
**Cahyo Bagaskoro
NIM 152010101048**

**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Orang tua saya, Heru Sontani dan Umi Sukowati yang selalu memberikan dukungan semangat, motivasi, dan doa;
2. Guru-guru yang telah sabar mendidik dan memberikan pelajaran berharga kepada saya dengan sejak sekolah dasar sampai dengan perguruan tinggi;
3. Almamater Fakultas Kedokteran Universitas Jember.



MOTO

“Allah SWT tidak membebani seseorang melainkan sesuai kesanggupannya”^{*)}



^{*)} Al Quran. QS: Al-Baqarah 286

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Cahyo Bagaskoro

NIM : 152010101048

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah saya yang berjudul “Pengaruh Waktu Pemulihan Setelah Pertandingan Terhadap Daya Ledak Otot Tungkai pada Atlet Sepakbola” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata pernyataan ini tidak benar.

Jember, 7 Juli 2019
Yang menyatakan,

Cahyo Bagaskoro
NIM 152010101048

SKRIPSI

**PENGARUH WAKTU PEMULIHAN SETELAH PERTANDINGAN
TERHADAP DAYA LEDAK OTOT TUNGKAI
PADA ATLET SEPAKBOLA**

Oleh
Cahyo Bagaskoro
NIM 152010101048

Pembimbing

Dosen Pembimbing I : dr. Adelia Handoko, M.Si.

Dosen Pembimbing II : dr. Edy Junaidi, M.Sc., Sp.M.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengaruh Waktu Pemulihan Setelah Pertandingan Terhadap Daya Ledak Otot Tungkai pada Atlet Sepakbola” karya Cahyo Bagaskoro telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Kedokteran Universitas Jember pada:

Hari , tanggal : Kamis, 11 Juli 2019

Tempat : Fakultas Kedokteran Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota I,

dr. Dion Krismashogi Dharmawan, M.Si.
NIP 19860916 201404 1 002

dr. Alif Mardijana, Sp.KJ.
NIP 19581105 198702 2 001

Anggota II,

Anggota III,

dr. Adelia Handoko, M.Si.
NIP 19890107 201404 2 001

dr. Edy Junaidi, M.Si., Sp.M
NIP 19750801 200312 1 003

Mengesahkan

Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Jember,

dr. Supangat, M.Kes., Ph.D., Sp.BA.
NIP 19730424 199903 1 002

RINGKASAN

Pengaruh Waktu Pemulihan Setelah Pertandingan Terhadap Daya Ledak Otot Tungkai pada Atlet Sepakbola; Cahyo Bagaskoro, 152010101048; 2019; 58 Halaman; Jurusan Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Jember.

Olahraga telah menjadi salah satu bidang yang populer di kalangan masyarakat saat ini. Lingkup olahraga tidak hanya sebagai sarana meningkatkan kebugaran, juga sebagai sarana untuk meningkatkan prestasi melalui kompetisi, baik kompetisi nasional maupun internasional. Salah satu bentuk olahraga prestasi yang banyak diminati adalah olahraga sepakbola.

Dalam skala internasional dan nasional, hampir semua klub sepakbola mengikuti beberapa kompetisi dalam satu waktu, sehingga jarak antar pertandingan yang harus dijalani klub menjadi dekat. Selain itu, klub-klub sepakbola juga melakukan latihan rutin dan uji coba dengan tim-tim lain sebagai persiapan dalam menghadapi kompetisi untuk meningkatkan kemampuan setiap atletnya. Hal ini mengakibatkan jadwal latihan dan pertandingan bagi para atlet menjadi sangat padat, sehingga waktu pemulihan menjadi singkat. Waktu pemulihan yang cukup singkat ini dapat menyebabkan kelelahan bagi atlet. Menurut Bengtsson *et al* (2017), waktu pemulihan <3 hari meningkatkan resiko cedera 18-22% dibandingkan dengan waktu pemulihan ≥ 5 hari.

Kelelahan pasca pertandingan diakibatkan oleh beberapa hal, yakni dehidrasi, depleksi glikogen, kerusakan otot, dan kelelahan mental. Salah satu dampak yang dapat mempengaruhi performa atlet adalah depleksi glikogen karena glikogen yang merupakan sumber energi utama bagi otot dan hal ini akan mempengaruhi kekuatan otot yang merupakan faktor yang mempengaruhi daya ledak otot.

Penelitian ini merupakan jenis penelitian *experimental* dengan rancangan penelitian *pretest-posttest group design* yang dilaksanakan pada Bulan Mei 2019 hingga Juni 2019. Populasi dalam penelitian ini berasal dari klub sepakbola Mitratama FC dan PSIL di Kabupaten Lumajang berjumlah 85 atlet. Metode *Sampling* yang digunakan adalah *simple random sampling*, untuk mendapatkan

sampel sebanyak 40 subyek penelitian yang memenuhi kriteria inklusi. 40 subyek penelitian dibagi menjadi 2 kelompok perlakuan berupa waktu pemulihan. Kelompok 1 diberikan waktu pemulihan 2 hari dan kelompok 2 diberikan waktu pemulihan 5 hari.

Salah satu penilaian performa atlet yang digunakan dalam penelitian ini adalah penilaian daya ledak otot tungkai. Penilaian daya ledak otot tungkai diukur dengan cara subyek penelitian melakukan *vertical jump* sebelum dan sesudah masa pemulihan. Kemudian, selisih kedua data diolah menggunakan analisis uji t tidak berpasangan.

Hasil penelitian pada tiap kelompok menunjukkan bahwa pada kelompok 1 bernilai -3,7cm dan kelompok 2 bernilai 2,9cm. Hasil analisis uji t tidak berpasangan menunjukkan nilai $p = 0,000$ ($p < 0,05$). Hasil ini mengindikasikan bahwa terdapat perbedaan secara signifikan antara kedua kelompok.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Waktu Pemulihan Setelah Pertandingan Terhadap Daya Ledak Otot Tungkai Pada Atlet Sepakbola”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) Fakultas Kedokteran Universitas Jember dan mencapai gelar Sarjana Kedokteran.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

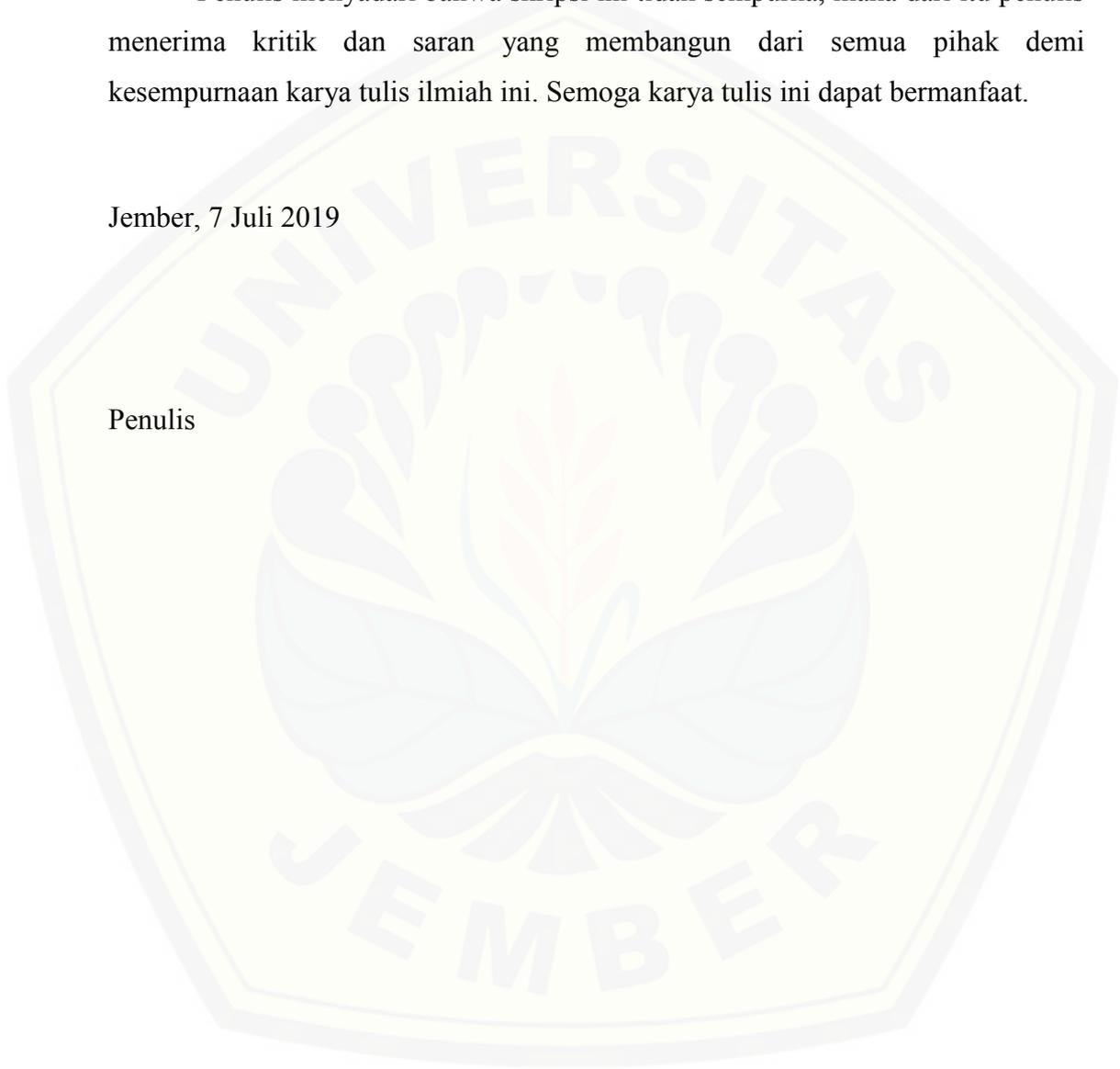
1. Almamater Fakultas Kedokteran Universitas Jember;
2. dr. Supangat, M.Kes., Ph.D., Sp.BA. selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Jember atas segala fasilitas dan kesempatan yang diberikan selama menempuh pendidikan kedokteran di Universitas Jember;
3. dr. Adelia Handoko, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Utama dan dr. Edy Junaedi, M.Sc., Sp.M selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga dalam penulisan tugas akhir ini;
4. dr. Dion Krismashogi Dharmawan, M.Si. dan dr. Alif Mardijana, Sp.KJ. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan yang membangun dalam penulisan skripsi ini;
5. Seluruh staf pengajar dan karyawan Fakultas Kedokteran Universitas Jember atas bimbingan dan bantuannya;
6. Pihak Klub Mitratama FC dan PSIL yang telah membantu dan mendukung penulis dalam pengerjaan penelitian ini;
7. Orang tua penulis Bapak Heru Sontani, Ibu Umi Sukowati, kakak penulis Angger Bayu Wibisono dan adik penulis Diajeng Roro Sekartaji yang selalu dukungan dan kasih sayang yang tak terhingga kepada penulis;
8. Saudara dan sahabat penulis Rangga Okta Sadewa, Ahmad Syaikudin, Achmad Dana Firmanjaya, Miftakhul Huda, Muhammad Rosyid Ridho, Saifan Rahmatullah, Muhammad Fikri Udin yang telah memberikan semangat dan dukungan dalam penelitian ini;

9. Keluarga besar Coccyx 2015 dan BEM FK UNEJ atas semangat, dukungan, dan pengalaman selama menempuh pendidikan;
10. Semua pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan doa dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak sempurna, maka dari itu penulis menerima kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi kesempurnaan karya tulis ilmiah ini. Semoga karya tulis ini dapat bermanfaat.

Jember, 7 Juli 2019

Penulis



DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|---------|
| HALAMAN SAMPUL | I |
| HALAMAN JUDUL | Ii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | Iii |
| HALAMAN MOTO | iv |
| HALAMAN PERNYATAAN | v |
| HALAMAN PEMBIMBINGAN | vi |
| HALAMAN PENGESAHAN | vii |
| RINGKASAN | viii |
| PRAKATA | x |
| DAFTAR ISI | xii |
| DAFTAR GAMBAR | xiv |
| DAFTAR TABEL | xv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xvi |
| BAB 1. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 3 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1 Kontraksi Otot | 4 |
| 2.2 Pemulihan | 6 |
| 2.3 Sumber Energi | 8 |
| 2.4 Sepakbola | 11 |
| 2.5 Daya Ledak Otot Tungkai | 16 |
| 2.6 Hubungan Waktu Pemulihan Pasca Pertandingan dengan Daya Ledak Otot Tungkai | 21 |
| 2.7 Kerangka Konsep | 22 |
| 2.8 Hipotesis Penelitian | 23 |

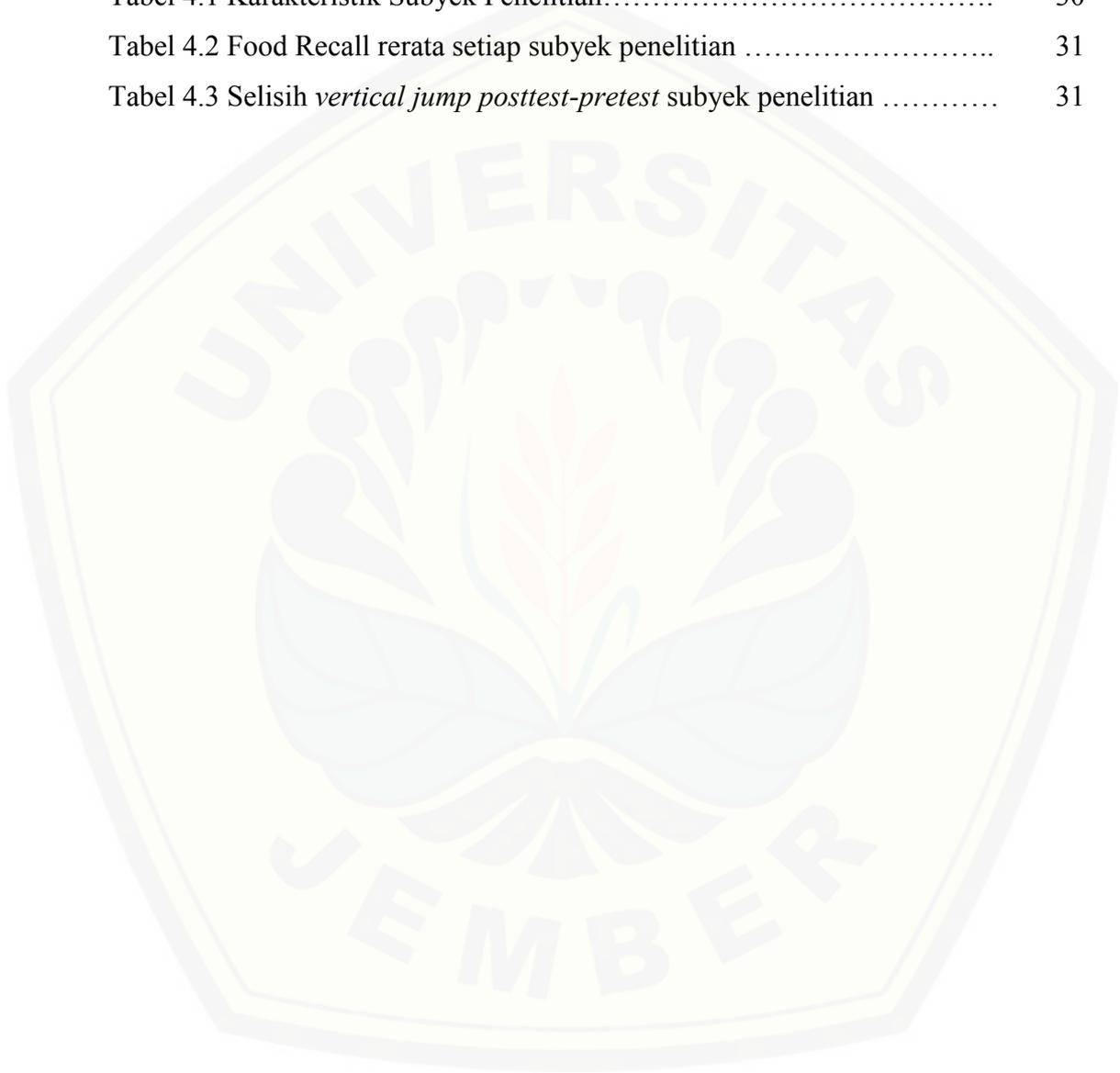
| | |
|--|----|
| BAB 3. METODE PENELITIAN | 24 |
| 3.1 Jenis Penelitian | 24 |
| 3.2 Rancangan Penelitian | 24 |
| 3.3 Populasi dan Sampel | 25 |
| 3.4 Tempat dan Waktu Penelitian | 26 |
| 3.5 Variabel Penelitian | 26 |
| 3.6 Definisi Operasional | 26 |
| 3.7 Instrumen Penelitian | 27 |
| 3.8 Prosedur Penelitian | 27 |
| 3.9 Alur Penelitian | 28 |
| 3.10 Analisis Data | 29 |
| BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN | 30 |
| 4.1 Hasil Penelitian | 30 |
| 4.2 Pembahasan | 32 |
| BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN | 35 |
| 5.1 Kesimpulan | 35 |
| 5.2 Saran | 35 |
| DAFTAR PUSTAKA | 36 |
| LAMPIRAN | 40 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---|---------|
| Gambar 2.1 Struktur dan tingkat organisasi otot rangka | 4 |
| Gambar 2.2 Mekanisme pengeluaran Ca^{2+} sebagai bagian tahapan kontraksi otot | 5 |
| Gambar 2.3 Mekanisme <i>sliding filament</i> | 6 |
| Gambar 2.4 Waktu Pemulihan Pasca Aktivitas Fisik..... | 7 |
| Gambar 2.5 Grafik Waktu Pemulihan Kandungan Glikogen Otot..... | 8 |
| Gambar 2.6 Kompartemen otot regio <i>femur</i> | 12 |
| Gambar 2.7 Anatomi otot regio <i>femur</i> berdasarkan kompartemen..... | 13 |
| Gambar 2.8 Kompartemen otot regio <i>cruris</i> | 14 |
| Gambar 2.9 Anatomi otot regio <i>cruris</i> kompartemen posterior..... | 14 |
| Gambar 2.10 Grafik Tingkat Kebugaran Jasmani terhadap Usia..... | 18 |
| Gambar 2.11 Kerangka Konsep..... | 22 |
| Gambar 3.1 Skema Rancangan Penelitian..... | 24 |
| Gambar 3.2 Skema Alur Penelitian..... | 28 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|---|---------|
| Tabel 3.1 Definisi Operasional..... | 26 |
| Tabel 4.1 Karakteristik Subyek Penelitian..... | 30 |
| Tabel 4.2 Food Recall rerata setiap subyek penelitian | 31 |
| Tabel 4.3 Selisih <i>vertical jump posttest-pretest</i> subyek penelitian | 31 |



DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|--|---------|
| Lampiran 1 Lembar Penjelasan kepada Calon Sampel | 40 |
| Lampiran 2 Formulir <i>Informed Consent</i> (Lembar Persetujuan) | 42 |
| Lampiran 3.1 Perhitungan Jumlah Sampel | 43 |
| Lampiran 3.2 Pengukuran <i>Body Mass Index</i> (BMI) | 44 |
| Lampiran 3.3 Pengukuran Daya Ledak Otot (<i>Vertical Jump</i>)..... | 46 |
| Lampiran 3.4 Simulasi Pertandingan Sepakbola | 47 |
| Lampiran 3.5 Lembar Identitas Atlet..... | 48 |
| Lampiran 3.6 <i>Food Recall</i> 24 Jam..... | 49 |
| Lampiran 3.7 Angka Kecukupan Energi..... | 50 |
| Lampiran 3.8 Prosedur Pengukuran Lingkar Paha..... | 51 |
| Lampiran 3.9 Etik Penelitian | 52 |
| Lampiran 4.1 Data Subyek Penelitian..... | 53 |
| Lampiran 4.2 Pola Makan Subyek Penelitian..... | 55 |
| Lampiran 4.3 Analisis Data..... | 57 |
| Lampiran 4.4 Dokumentasi..... | 58 |

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Olahraga telah menjadi salah satu bidang yang populer di kalangan masyarakat saat ini. Lingkup olahraga tidak hanya sebagai sarana meningkatkan kebugaran, juga sebagai sarana untuk meningkatkan prestasi melalui kompetisi, baik kompetisi nasional maupun internasional. Prestasi olahraga adalah puncak dari penampilan seorang olahragawan yang telah melalui serangkaian pelatihan dan uji coba untuk mendapatkan hasil yang terbaik dalam kompetisi (Astari, 2009; Adha *et al*, 2014; Purnomo, 2015).

Salah satu bentuk olahraga prestasi yang banyak diminati adalah olahraga sepakbola. Berdasarkan hasil survei yang dilakukan lembaga Survei Skala Indonesia (SSI) pada tahun 2014, peminat olahraga sepakbola di Indonesia sebesar 90,7%, menjadikan sepakbola sebagai cabang olahrag prestasi yang paling diminati di Indonesia. Sepakbola merupakan olahraga beregu dengan jumlah anggota sebanyak sebelas pemain. Permainan sepakbola hampir semua aktivitasnya melibatkan kemampuan kaki (Anam, 2013; SSI, 2014).

Dalam skala internasional dan nasional, hampir semua klub sepakbola mengikuti beberapa kompetisi dalam satu waktu, sehingga jarak antar pertandingan yang harus dijalani klub menjadi dekat. Selain itu, klub-klub sepakbola juga melakukan latihan rutin dan uji coba dengan tim-tim lain sebagai persiapan dalam menghadapi kompetisi untuk meningkatkan kemampuan setiap atletnya. Hal ini mengakibatkan jadwal latihan dan pertandingan bagi para atlet menjadi sangat padat, sehingga waktu pemulihan menjadi singkat. Waktu pemulihan yang cukup singkat ini dapat menyebabkan kelelahan bagi atlet (Mohr *et al*, 2005; Nédélec *et al*, 2012). Pada penelitian Russel *et al* (2011) menyatakan bahwa kelelahan pada atlet sepakbola dapat menurunkan akurasi tendangan sebesar $25,5 \pm 4,0\%$ dan kecepatan umpan sebesar $7,8 \pm 4,0\%$ sehingga performa atlet menurun. Selain itu pada penelitian yang dilakukan Bengtsson *et al* (2017) menyatakan bahwa waktu pemulihan lebih dari sama dengan 5 hari dapat

menurunkan risiko cedera otot pada atlet sebesar 18-22% dibandingkan waktu pemulihan kurang dari 3 hari.

Kelelahan pasca pertandingan diakibatkan oleh beberapa hal, yakni dehidrasi, depleksi glikogen, kerusakan otot, dan kelelahan mental. Salah satu dampak yang dapat mempengaruhi performa atlet adalah depleksi glikogen karena glikogen yang merupakan sumber energi utama bagi otot. Depleksi glikogen berpengaruh terhadap kekuatan otot. Kekuatan otot sangat diperlukan bagi seorang atlet sepakbola baik saat latihan maupun saat pertandingan, seperti menendang bola dan melompat. Aktivitas-aktivitas tersebut merupakan komponen-komponen dari penilaian daya ledak otot (Nédélec *et al*, 2012; Guyton & Hall, 2014).

Daya ledak otot adalah kemampuan maksimal dari otot untuk melakukan aktivitas dengan waktu yang sependek-pendeknya. Faktor utama yang dibutuhkan untuk menggerakkan otot secara kuat dan cepat adalah kadar glikogen dalam otot untuk memproduksi energi dalam bentuk ATP (Guyton & Hall, 2014). Pada atlet sepakbola, daya ledak otot pada tungkai akan mempengaruhi performa atlet tersebut, terutama dalam melompat dan menendang bola. Dalam penelitian Putra (2014) menyatakan bahwa ada pengaruh signifikan dari daya ledak otot tungkai terhadap kemampuan menendang. Hal ini membuat penulis tertarik untuk meneliti tentang pengaruh waktu pemulihan setelah pertandingan terhadap daya ledak otot tungkai pada atlet sepakbola.

Sepakbola di Kabupaten Lumajang memiliki prestasi yang cukup bagus. Klub sepakbola di Lumajang sudah menjadi penghuni dari liga 2 Indonesia dan menjadi satu-satunya klub sepakbola dalam karesidenan Besuki yang masuk dalam liga tersebut. Selain itu, pada tahun 2012, klub sepakbola Kabupaten Lumajang juga sudah pernah masuk dalam liga divisi 1. Pada penelitian yang dilakukan oleh Nosa & Septian (2012) menyatakan bahwa VO_{2max} atlet sepakbola di Kabupaten Lumajang sebesar 49,02 ml/KgBB/min dan termasuk dalam kategori baik. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk menjadikan atlet sepakbola di klub sepakbola Kabupaten Lumajang sebagai subyek penelitian.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah apakah terdapat pengaruh waktu pemulihan setelah pertandingan terhadap daya ledak otot tungkai pada atlet sepakbola?

1.3 Tujuan

1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan umum yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah mengetahui adanya pengaruh waktu pemulihan setelah pertandingan terhadap daya ledak otot tungkai pada atlet sepakbola.

1.3.2 Tujuan Khusus

Tujuan khusus penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Mengetahui distribusi usia, *BMI*, dan lama menjadi atlet atlet sepakbola di Kabupaten Lumajang.
- b) Menilai *food recall* atlet sepakbola di Kabupaten Lumajang.
- c) Menilai daya ledak otot tungkai atlet sepakbola di Kabupaten Lumajang.

1.4 Manfaat

1.4.1 Manfaat Keilmuan

Penelitian ini dapat dijadikan landasan teori dan sebagai dasar pengembangan pada penelitian-penelitian selanjutnya khususnya dalam bidang fisiologi olahraga.

1.4.2 Manfaat Aplikatif

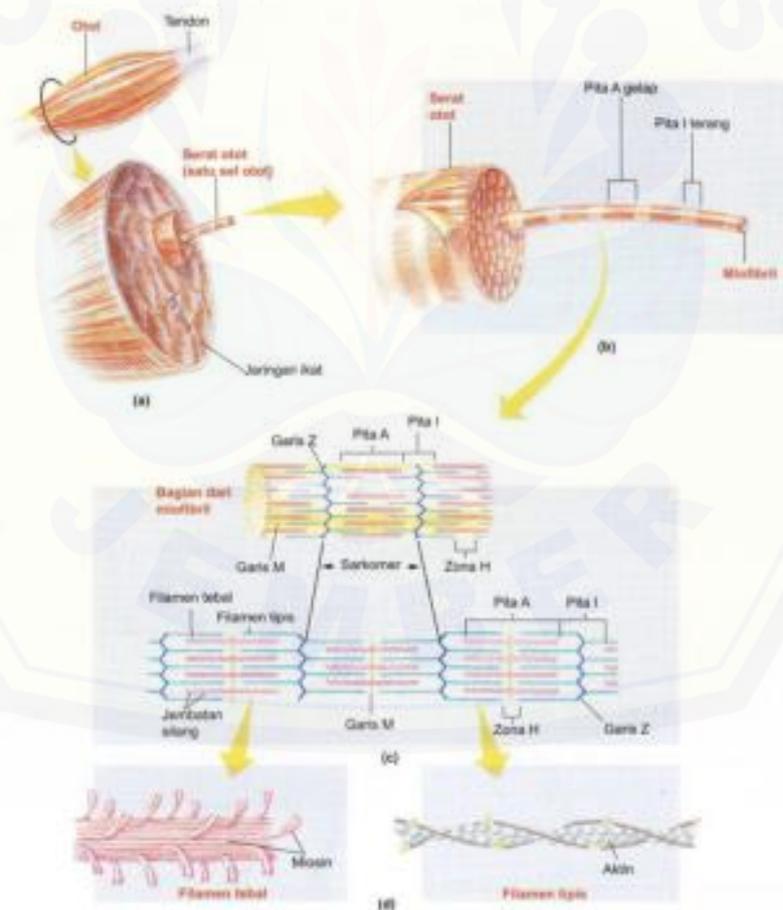
Manfaat aplikatif dari penelitian ini, sebagai berikut:

1. Bagi bidang olahraga prestasi dapat mengetahui waktu pemulihan yang baik bagi para atletnya demi mencapai prestasi yang baik.
2. Bagi masyarakat dapat mengatur jadwal dan porsi latihan masing-masing untuk menjaga performa tetap optimal.
3. Bagi Fakultas Kedokteran Universitas Jember menambah pengetahuan dalam bidang kedokteran olahraga.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kontraksi Otot

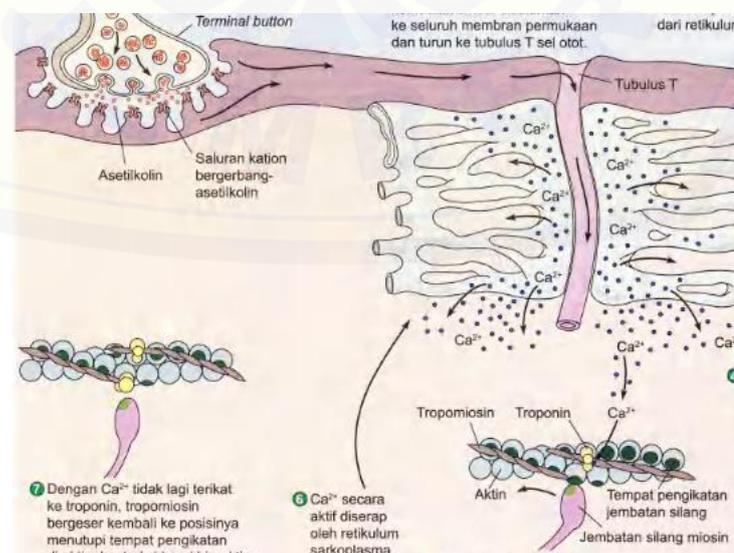
Dalam tubuh manusia, sekitar 40% dari keseluruhan massa tubuh terdiri atas otot rangka. Otot rangka disusun oleh sejumlah serabut otot yang memiliki diameter 10 sampai 80 μm . Serabut otot dibungkus oleh suatu membrane plasma yang disebut sarkolema yang akan bersatu dengan serabut tendon pada ujung serabut otot. Miofibril merupakan komponen utama yang mengisi hingga 80% volume serabut otot. Struktur miofibril disusun oleh komponen sitoskeleton berupa filamen tebal dan filamen tipis secara teratur. Struktur dan tingkat organisasi otot rangka dapat dilihat pada Gambar 2.1 (Sherwood, 2009; Guyton & Hall, 2014).



Gambar 2.1 Struktur dan tingkat organisasi otot rangka (Sherwood, 2009)

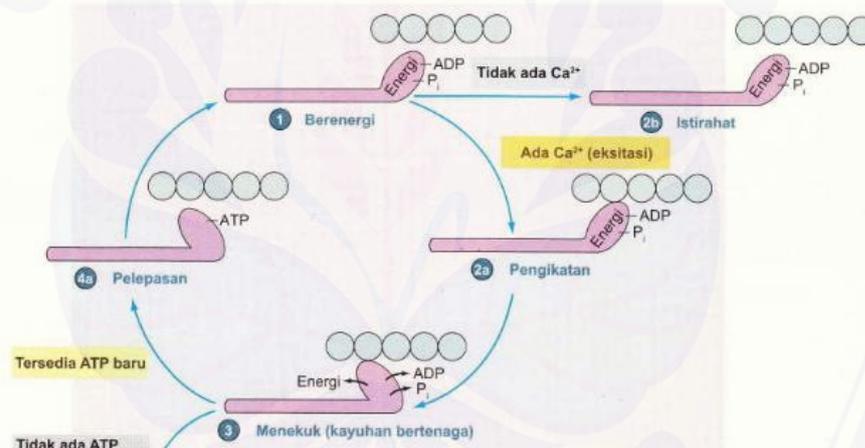
Otot rangka merupakan otot yang bekerja secara *volunteer* dalam mekanisme kontraksinya. Mekanisme kontraksi otot rangka terjadi dalam beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Potensial aksi berjalan pada serabut saraf motorik sampai pada ujungnya pada serabut otot.
2. Di setiap ujung, disekresikan *neurotransmitter* berupa asetilkolin dalam jumlah sedikit.
3. Asetilkolin akan menyebabkan pembukaan kanal kation “berpintu asetilkolin” pada membran serabut otot melalui molekul protein yang terapung pada membran.
4. Terbukanya kanal kation “berpintu asetilkolin” menyebabkan ion natrium berdifusi ke dalam membran serabut otot. Hal ini mengakibatkan depolarisasi yang akhirnya akan menyebabkan terbukanya *voltage-gated sodium channels* dan terjadi potensial aksi dalam membran.
5. Potensial aksi sepanjang membran serabut otot menyebabkan retikulum sarkoplasma melepaskan banyak ion kalsium.
6. Ion kalsium akan berikatan dengan salah satu subunit protein pada filamen aktin yaitu, troponin C sehingga menyebabkan kompleks tropomiosin-troponin pada filament aktin membuka sisi aktif dari filamen aktin (Gambar 2.2).



Gambar 2.2 Mekanisme pengeluaran Ca^{2+} sebagai bagian tahapan kontraksi otot (Sherwood, 2009)

7. Bersamaan dengan pembukaan sisi aktif filamen aktin, kepala miosin pada filamen miosin berikatan dengan ATP. Aktivitas kompleks ATPase pada kepala miosin akan memecah ATP menjadi ADP dan ion fosfat sehingga kepala miosin memanjang secara tegak lurus ke arah sisi aktif filamen aktin dan terjadilah penempelan kepala miosin terhadap filamen aktin.
8. Ketika kepala miosin menekuk, keadaan ini menyebabkan pelepasan ADP dan ion fosfat dari kepala miosin sehingga kepala miosin terlepas dari sisi aktif filamen aktin. ATP baru akan datang dan berikatan dengan kepala miosin sehingga terjadi pemecahan ATP kembali sehingga kepala miosin seperti mengokang dan terjadilah pemendekan serabut otot dan kontraksi otot (Gambar 2.3).



Gambar 2.3 Mekanisme *sliding filament* (Sherwood, 2009)

2.2 Pemulihan

Dalam olahraga prestasi ada banyak hal yang harus diperhatikan, salah satunya adalah waktu pemulihan pasca pertandingan. Waktu pemulihan adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan kondisi tubuh sebelum pertandingan untuk mendapatkan hasil atau prestasi yang maksimal (Parwata, 2015). Segala bentuk aktivitas fisik akan menyebabkan kelelahan pada atlet dan dibutuhkan waktu untuk pemulihannya. Beban latihan yang berat pada atlet akan

menimbulkan kelelahan yang besar sehingga membutuhkan waktu pemulihan yang tidak singkat, serta hasil latihan tersebut tidak memberikan efek bermakna terhadap tubuh. Apabila seorang atlet melakukan latihan dengan beban yang ringan, hal ini akan menimbulkan kelelahan ringan pada seorang atlet dengan waktu pemulihan yang pendek namun performa yang dihasilkan minimal. Latihan sedang atau submaksimal pada seorang atlet akan membutuhkan waktu pemulihan yang lebih lama dibandingkan beban latihan yang ringan tetapi efek yang dihasilkan jauh lebih bermakna dibandingkan beban yang berat atau ringan, sehingga performa fisik seorang atlet dapat meningkat (Gambar 2.4). Performa fisik dari atlet dapat mempengaruhi waktu pemulihan mereka, terutama kemampuan daya tahan jantung dan otot (Sidik, 2010).



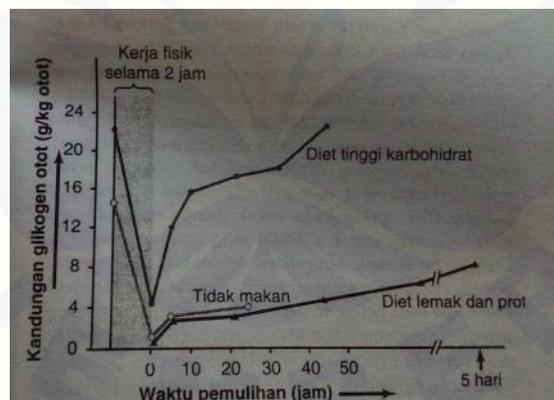
Gambar 2.4 Waktu Pemulihan Pasca Aktivitas Fisik (Sidik, 2010)

Durasi lama pemulihan pada atlet sangat penting karena dapat mempengaruhi performa atlet pada aktivitas selanjutnya. Hal ini ditunjukkan pada penelitian oleh Bengtsson *et al* (2017) yang menyatakan bahwa atlet sepakbola yang bermain dalam 2 pertandingan dengan interval antar pertandingan <3 hari mengalami risiko terjadinya cedera lebih besar dibandingkan dengan atlet yang bermain dengan interval ≥ 5 hari.

Waktu pemulihan merupakan salah satu hal yang mempengaruhi performa seorang atlet. Dalam olahraga, terdapat prinsip pulih asal yang menitikberatkan

bahwa seorang atlet membutuhkan masa pemulihan untuk menyempurnakan kondisinya. Selama masa pemulihan ini, tubuh atlet akan melakukan pembersihan atau pengeluaran dari akumulasi asam laktat, pengembalian cadangan energi, pemulihan cadangan oksigen, dan perbaikan jaringan yang mengalami kerusakan akibat latihan ataupun pertandingan. Dengan waktu pemulihan yang cukup, tubuh dapat mempersiapkan energi yang cukup untuk melakukan aktivitas lainnya (Bafirman, 2013).

Waktu pemulihan setelah sebuah aktivitas fisik dengan intensitas tinggi tidak hanya berupa hitungan detik, menit, ataupun jam melainkan berhari-hari. Hal ini dikarenakan pengembalian cadangan glikogen dalam otot setelah penggunaan sistem metabolisme fosfagen dan asam laktat membutuhkan waktu yang cukup lama. Pada atlet yang melakukan diet tinggi karbohidrat akan mendapatkan pemulihan sempurna setelah istirahat selama 2 hari (Gambar 2.5), sedangkan pada atlet yang tidak melakukan diet protein, diet lemak atau tidak makan mengalami pemulihan yang sangat sedikit bahkan dengan masa pemulihan 5 hari untuk istirahat (Guyton & Hall, 2014).



Gambar 2.5 Grafik Waktu Pemulihan Kandungan Glikogen Otot (Guyton & Hall, 2014)

2.3 Sumber Energi

Dalam olahraga apapun termasuk olahraga sepakbola membutuhkan energi yang banyak untuk dapat melakukan kegiatannya. Kebutuhan ini dapat dipenuhi melalui sumber-sumber energi yang ada dalam tubuh seperti pembakaran

karbohidrat, pembakaran lemak, dan kontribusi dari protein. Sumber energi utama dalam aktivitas fisik olahraga merupakan karbohidrat dalam tubuh (Irawan, 2007).

1. Protein

Salah satu kebutuhan jenis nutrisi yang penting dalam pembentukan jaringan tubuh yang mengalami kerusakan adalah protein. Protein sangat penting bagi tubuh karena berfungsi sebagai pembentuk enzim tubuh dan hormon yang berhubungan dengan metabolisme dalam tubuh.

Seorang atlet membutuhkan protein dalam jumlah 1,2-1,6 gr/KgBB dalam 1 hari. Jumlah ini cukup banyak bila dibandingkan dengan jumlah protein yang dibutuhkan non-atlet. Hal ini dikarenakan, seorang atlet lebih membutuhkan protein untuk memperbaiki jaringan-jaringan yang telah rusak selama proses latihan maupun setelah pertandingan.

Protein dapat memberikan kontribusi sebesar 3-5% kebutuhan energi bagi atlet. Apabila karbohidrat dan lemak sudah habis, maka penggunaan protein dapat meningkat lebih dari 5% sebagai sumber energi (Irawan, 2007).

2. Lemak

Lemak dalam tubuh tersimpan dalam bentuk trigliserida yang nantinya akan dipecah menjadi asam lemak bebas sebagai sumber energi. Trigliserida dalam tubuh tersimpan sangat sedikit pada otot sehingga pemenuhan kebutuhan energi bagi otot cukup sedikit dibandingkan karbohidrat.

Pembakaran lemak dilakukan pada aktivitas fisik dengan intensitas rendah seperti jalan kaki dan lari-lari kecil. Aktivitas semacam ini akan membuat lemak menjadi sumber energi utama bagi tubuh dibandingkan karbohidrat. Dalam intensitas tinggi, lemak tidak lagi menjadi sumber energi utama bagi tubuh tetapi pembakaran lemak menjadi lebih tinggi dibandingkan saat intensitas rendah (Irawan, 2007).

3. Karbohidrat

Sumber energi terbesar dalam tubuh untuk aktivitas fisik apapun adalah karbohidrat. Selain itu, karbohidrat juga menjadi sumber nutrisi penting bagi sistem saraf pusat. Karbohidrat dalam tubuh akan disimpan dalam bentuk

glikogen dalam hati dan otot. 80% glikogen berada dalam otot, sedangkan 12-20% glikogen tersimpan dalam hati.

Olahraga dengan intensitas sedang-tinggi, karbohidrat dalam tubuh yang sudah diubah menjadi glukosa dan glikogen akan dijadikan sumber energi utama. Glikogen dalam otot akan menjadi sumber energi yang dipakai dalam mengawali aktivitas, serta glukosa dalam aliran darah. Laju pembentukan ATP pada glukosa ini lebih cepat dibandingkan pembakaran lemak (Irawan, 2007).

Semua sumber-sumber energi tersebut nantinya akan diubah oleh tubuh menjadi sumber energi yang sesungguhnya dibutuhkan oleh tubuh dalam menunjang aktivitas fisik, yaitu Adenosin Trifosfat (ATP). ATP merupakan senyawa AMP yang diikatkan dengan 2 senyawa fosfat radikal dengan ikatan fosfat berenergi tinggi. Setiap ikatan fosfat berenergi tinggi ini mampu menghasilkan energi sebesar 7.300 kalori energi dalam setiap mol ATP yang terbentuk. Dalam otot terkandung sejumlah ATP yang siap untuk dipakai dan cukup untuk melakukan aktivitas fisik berupa lari 50m atau mempertahankan daya otot maksimal selama 3 detik. Oleh karena itu, penting untuk memperbarui kandungan ATP dalam otot. Hal ini dapat dicapai menggunakan beberapa sistem metabolisme, sebagai berikut:

a. Sistem fosfokreatin-kreatin

Fosfokreatin merupakan salah satu jenis senyawa lain selain ATP yang memiliki ikatan fosfat berenergi tinggi. Energi yang dapat dihasilkan pada sistem ini bahkan lebih besar dari energi yang mampu dihasilkan oleh ATP, yaitu sebesar 10.300 kalori dalam setiap pelepasan 1 ikatan fosfat berenergi tinggi.

Sistem metabolisme ini dapat menghasilkan energi dalam waktu yang singkat dan dapat menyiapkan energi untuk 8-10 detik. Akan tetapi karena sistem ini hanya mampu bertahan singkat, maka tubuh tidak dapat mengandalkan sepenuhnya terhadap sistem metabolisme ini (Guyton & Hall, 2014).

b. Sistem glikogen-asam laktat

Sistem metabolisme ini menggunakan cadangan glikogen dalam otot sebagai sumber energi untuk diubah menjadi produk ATP sehingga otot mendapatkan energi untuk melakukan kontraksi. Mekanisme yang terjadi dalam memproduksi ATP pada otot adalah metabolisme anaerobik karena tidak menggunakan oksigen sama sekali sehingga, glukosa yang dipecah akan membentuk 2 molekul ATP dan asam laktat yang nantinya akan dikeluarkan ke cairan interstisial dan darah. Meskipun dapat menghasilkan asam laktat dalam jumlah banyak, sistem metabolisme glikogen-asam laktat dapat menghasilkan ATP 2,5 kali lebih cepat daripada mekanisme mitokondria oksidatif. Oleh karena itu, apabila dibutuhkan sejumlah ATP untuk kontraksi otot maksimal dalam waktu singkat hingga sedang, mekanisme glikolisis anaerob ini dapat digunakan sebagai sumber produksi ATP yang cepat (Guyton & Hall, 2014).

c. Sistem aerobik

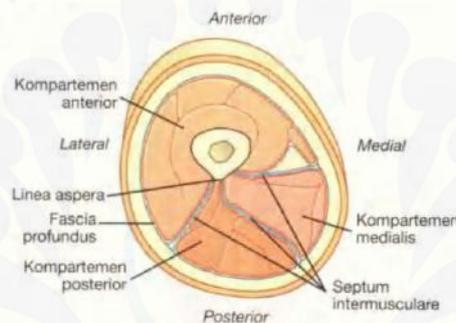
Sistem ini menggunakan bahan makanan yang telah dikonsumsi sebagai sumber energi tetapi setelah melalui berbagai tahapan/proses sehingga dapat dilakukan metabolisme di mitokondria untuk menghasilkan ATP. Perubahan AMP dan ADP menjadi ATP yang terjadi di mitokondria menggunakan glukosa, asam amino, dan lemak sebagai bahan dasar metabolisme (Guyton & Hall, 2014).

2.4 Sepakbola

Sepakbola merupakan salah satu olahraga yang mengoptimalkan fungsi otot-otot kaki. Hampir seluruh otot kaki digunakan dalam pertandingan, seperti *sprinting*, akselerasi dan deselerasi, perubahan arah berlari, melompat, *tackles*, *dribbling*, menendang bola, dan mengumpan. Semua aktivitas tersebut dapat menimbulkan kelelahan yang berarti bagi atlet sepakbola (Nédélec *et al*, 2012). Dalam penelitiannya, Rampinini *et al* (2011) menyatakan bahwa setelah pertandingan, terjadi penurunan *knee extensor maximal voluntary activation*

sebesar 9% dan penurunan *knee extensor peak torque* sebesar 8% pada stimulasi 10Hz.

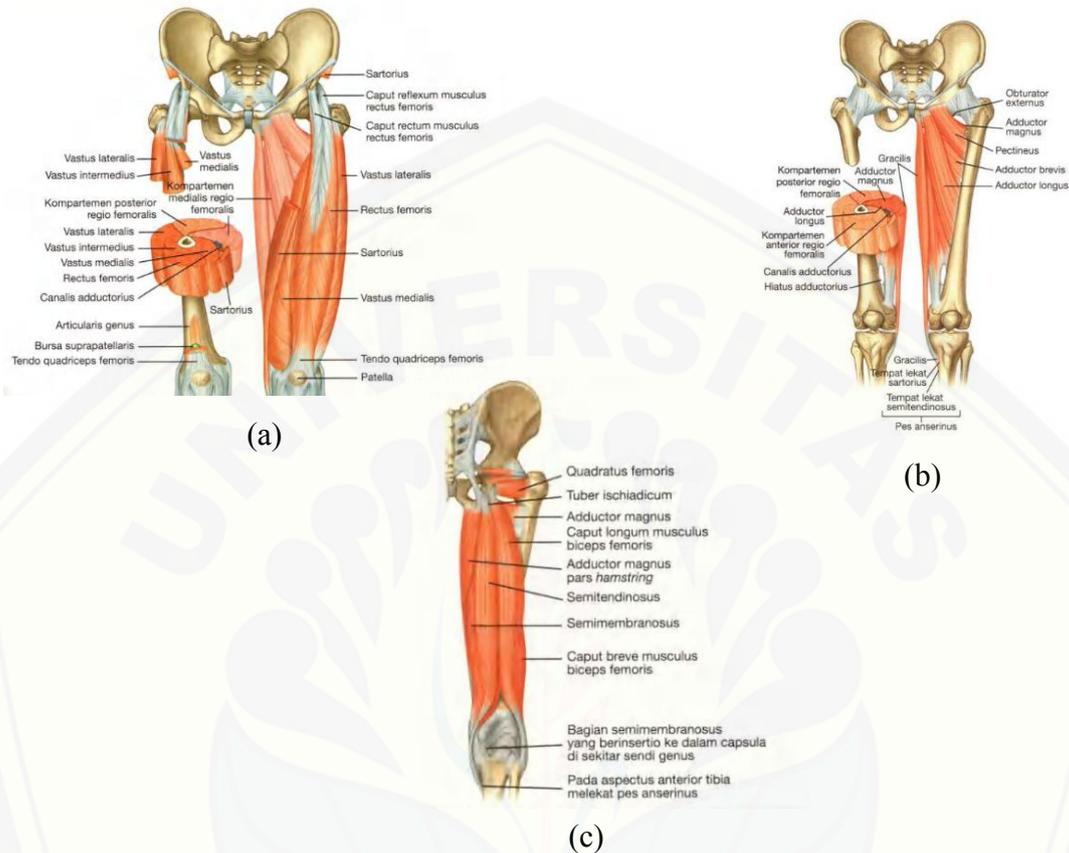
Aktivitas-aktivitas yang dilakukan selama pertandingan sepakbola hampir secara keseluruhan menggunakan otot-otot ekstremitas bawah, terutama otot-otot pada regio paha (*femur*), regio tungkai bawah (*cruris*) pada kompartemen posterior untuk *plantarfleksi*. Regio paha (*femur*) disusun oleh berbagai macam otot. Otot-otot penyusun pada regio paha dibagi menjadi 3 kompartemen, yaitu kompartemen anterior, kompartemen medial, dan kompartemen posterior (Gambar 2.6). Ketiga kompartemen ini dipisahkan masing-masing oleh *septum intermusculare* (Drake *et al*, 2014).



Gambar 2.6 Kompartemen otot regio *femur*
(Drake *et al*, 2014)

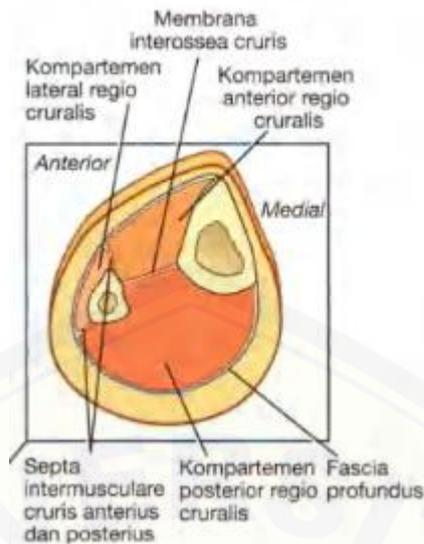
Kompartemen anterior regio *femur* terdiri atas *musculus sartorius*, *musculus quadriceps femoris* (tersusun oleh *rectus femoris*, *vastus lateralis*, *vastus medialis*, *vastus intermedius*). Keseluruhan otot pada kompartemen anterior dipersarafi oleh *nervus femoralis* (Gambar 2.7a). Kompartemen medial regio *femur* disusun oleh 6 jenis otot, yaitu *musculus gracilis*, *musculus pectineus*, *musculus adductor longus*, *musculus adductor brevis*, *musculus adductor magnus*, dan *musculus obturator externus*. Hampir keseluruhan otot ini dipersarafi oleh *nervus obturatorius* kecuali *musculus pectineus* yang sebagian mendapatkan persarafan dari *nervus femoralis* dan *musculus adductor magnus* yang dipersarafi oleh *nervus ischiadicus* (Gambar 2.7b). Kompartemen posterior region *femur* disusun oleh otot-otot *hamstring*. Otot *Hamstring* terdiri atas *musculus biceps*

femoris, *musculus semimembranosus*, dan *musculus semitendineus* (Gambar 2.7c). Keseluruhan otot ini dipersarafi oleh *nervus ischiadicus* (Drake *et al*, 2014).



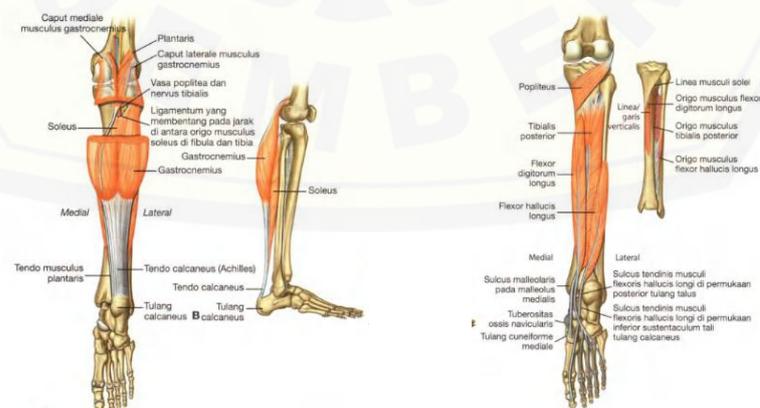
Gambar 2.7 Anatomi otot regio *femur* berdasarkan kompartemen. (a) Kompartemen anterior; (b) Kompartemen medial; (c) Kompartemen posterior (Drake *et al*, 2014)

Regio tungkai bawah (*cruris*) disusun oleh berbagai macam otot. Otot-otot penyusun pada regio tungkai bawah dibagi menjadi 3 kompartemen, yaitu kompartemen anterior, kompartemen lateralis, dan kompartemen posterior (Gambar 2.8). Ketiga kompartemen ini dipisahkan oleh *membrane interossea cruris* dan 2 *septum intermusculare cruris* (Drake *et al*, 2014).



Gambar 2.8 Kompartemen otot regio *cruris*
(Drake *et al*, 2014)

Otot-otot pada kompartemen posterior regio tungkai bawah (*cruris*) bekerja terutama untuk *plantarflexi*, *inversi pedis*, dan *flexi digiti pedis*. Otot-otot pada kompartemen ini dipersarafi oleh *nervus tibialis*. Kompartemen posterior dibagi menjadi 2 kelompok, *superficial* dan *profundus* yang dipisahkan oleh *fascia profundus*. Kelompok *superficial* tersusun oleh *musculus gastrocnemius*, *musculus soleus*, dan *musculus plantaris* (Gambar 2.9a). Kelompok *profundus* tersusun oleh 4 macam otot, yaitu *musculus popliteus*, *musculus flexor hallucis longus*, *musculus flexor digitorum longus*, dan *musculus tibialis posterior* (Gambar 2.9b). *musculus popliteus* bekerja pada *genus*, sedangkan ketiga otot lainnya bekerja terutama pada *pedis* (Drake *et al*, 2014).



Gambar 2.9 Anatomi otot regio *cruris* kompartemen posterior.
(a) *superficial*; (b) *profundus*; (Drake *et al*, 2014)

Dalam pertandingan sepakbola, terdapat beragam posisi yang dapat dimainkan oleh atlet yaitu, penjaga gawang, *centre back*, *full back*, *midfielder*, dan *striker*. Posisi dalam pertandingan memiliki pengaruh terhadap performa dari seorang atlet. Dalam sebuah penelitian yang dilakukan oleh Di Salvo *et al* (2007), menilai *total distances cover* yang dilakukan oleh atlet sepakbola dalam berbagai posisi kecuali penjaga gawang didapatkan bahwa posisi *midfielders* melakukan pergerakan sejauh 11.990 – 12.027m, menjadikan posisi tersebut sebagai posisi atlet yang melakukan *total distances cover* paling besar tetapi dalam analisis tidak menunjukkan perbedaan secara signifikan dengan *total distances cover* yang dilakukan atlet pada posisi yang lain. Sama halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh Lago-Peñas *et al* (2009), menyatakan bahwa posisi *midfielder* memiliki *total distances cover* lebih besar dibandingkan posisi yang lain tetapi tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, tetapi dalam penelitian ini menunjukkan bahwa pada seluruh posisi terdapat perbedaan signifikan *total distances cover* antara babak pertama dengan babak kedua.

Terdapat beberapa faktor yang mengakibatkan kelelahan setelah pertandingan sepakbola. Menurut Nédélec *et al* (2012), terdapat 4 faktor yang dapat mengakibatkan kelelahan, sebagai berikut:

1. Dehidrasi

Keseimbangan cairan merupakan faktor penting bagi tubuh. Saat beraktivitas, maka tubuh akan banyak mengeluarkan cairan sehingga cairan dalam tubuh akan berkurang. Hal ini akan menyebabkan dehidrasi. Dehidrasi dipengaruhi oleh kondisi iklim dan kondisi atmosfer. Kehilangan cairan ~2% dari berat tubuh atau dehidrasi sedang sering terjadi pada pesepakbola setelah pertandingan di cuaca yang normal. Dehidrasi ringan hanya mempengaruhi kondisi *endurance* dari atlet dan tidak mempengaruhi performa anaerob, teknik, dan fungsi kognitif dari atlet sepakbola (Mohr *et al*, 2005; Nédélec *et al*, 2012).

2. Depleksi glikogen

Glikogen merupakan salah satu sumber energi bagi tubuh, terutama glikogen otot. 80% glukosa dikonversi menjadi glikogen otot sebagai

sumber energi utama bagi otot. Dalam sepakbola, pertandingan merupakan olahraga dengan intensitas tinggi dan sumber energi utamanya adalah glikogen otot, sehingga setelah pertandingan sepakbola berakhir maka kadar glikogen dalam otot akan menurun. Dengan simpanan glikogen yang rendah, maka performa atlet tersebut akan menurun (Irawan, 2007; Nugroho, 2008). Kondisi deplesi glikogen harus dikembalikan ke kondisi normal agar performa atlet tetap terjaga. Menurut Nédélec *et al* (2012), deplesi glikogen terjadi selama 2 hingga 3 hari untuk mengembalikan simpanan glikogen pada tubuh.

3. Cedera otot

Aktivitas yang dilakukan selama pertandingan sepakbola cukup beragam dan memiliki intensitas yang tinggi serta membutuhkan kekuatan otot maksimal dapat berisiko menghasilkan cedera bagi atlet sepakbola. Aktivitas-aktivitas fisik tersebut memaksimalkan kinerja kontraksi otot eksentrik. Kerusakan otot yang terjadi saat terjadi meliputi gangguan pada serabut otot, kerusakan membrane, kerusakan myofibril, dan hilangnya integritas pita Z. Kerusakan otot ini akan mempengaruhi waktu pemulihan dari atlet, semakin parah kerusakannya maka akan semakin lama waktu pemulihannya. Kerusakan otot dapat menurunkan simpanan glikogen dalam otot tersebut sehingga dapat menurunkan kualitas performa seorang atlet (Nédélec *et al*, 2012).

4. Kelelahan mental

Pertandingan sepakbola tidak hanya mempengaruhi kemampuan fisiologis seseorang tetapi dapat mempengaruhi psikologi seorang atlet. Tingginya intensitas akan mempengaruhi suasana di dalam lapangan berupa meningkatnya tuntutan kualitas bermain. Hal ini akan meningkatkan tingkat stress pada atlet akibat tuntutan tersebut (Nédélec *et al*, 2012).

2.5 Daya Ledak Otot Tungkai

Kadar glikogen dalam otot seorang atlet merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kemampuan otot-otot pada atlet dalam berkontraksi sebagai

sumber energi. Untuk menilai kadar glikogen otot secara tepat dengan melakukan biopsi pada jaringan otot tetapi tindakan ini merupakan metode yang *invasive* (Jacobs *et al*, 1982; Price *et al*, 1994). Selain dengan biopsi jaringan otot, terdapat langkah lain untuk menilai kondisi glikogen otot, yaitu dengan menilai daya ledak otot dari atlet.

Daya ledak otot adalah salah satu parameter kondisi fisik yang penting dan digunakan hampir pada semua cabang olahraga dan daya ledak otot tungkai digunakan untuk menilai kemampuan otot-otot pada ekstremitas bawah yang disusun oleh paha (*femur*), lutut (*genu*), tungkai bawah (*crus*), dan kaki (*pes*). Daya ledak, atau biasa disebut sebagai *power*, merupakan komponen biomotorik yang berhubungan dengan tenaga eksplosif. Tenaga eksplosif ini dipengaruhi oleh 2 hal, yakni kekuatan (*strength*) dan kecepatan (*speed*). Dalam aplikasinya, daya ledak dapat terjadi saat seorang atlet menggunakan kekuatan otot semaksimal mungkin dalam waktu yang singkat. Daya ledak otot menilai komponen dalam aktivitas olahraga seperti melompat saat akan melakukan *smash* pada bola voli dan bulutangkis atau akan menyundul bola pada sepakbola (Paulsen & Waschke, 2013; Santosa, 2015; Hermawan & Sili, 2016).

Kemampuan daya ledak seorang atlet dipengaruhi oleh 2 faktor, yaitu sebagai berikut:

1. Kekuatan (*Strength*)

Kemampuan otot atau sekelompok otot untuk berkontraksi dalam menahan dan menerima tahanan maupun beban sewaktu beraktivitas fisik. Kekuatan otot ditentukan terutama oleh ukurannya dengan daya kontraktilitas maksimal antara 3 hingga 4 kg/cm² sehingga semakin besar lapang otot seseorang akan memperbesar kekuatan ototnya.

2. Kecepatan (*Speed*)

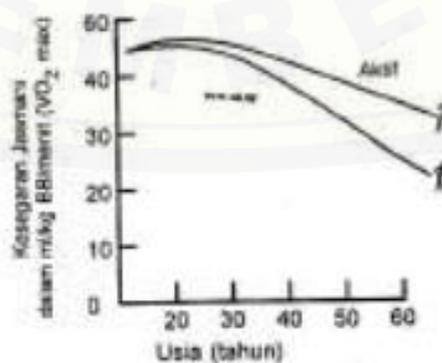
Karena daya ledak merupakan usaha otot maksimal dalam waktu yang singkat, maka dibutuhkan pula sebuah kecepatan untuk melakukannya. Kecepatan merupakan kemampuan untuk bergerak cepat atau sesingkat mungkin (Santosa, 2015).

Penggunaan glikogen otot sebagai sumber energi dalam aktivitas fisik, salah satunya daya ledak otot, terdapat faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi daya ledak otot. Faktor-faktor lain yang mampu mempengaruhi performa fisik adalah sebagai berikut:

1. Usia

Usia menjadi salah satu faktor yang akan mempengaruhi performa seorang atlet dalam setiap latihan atau pertandingan. Hal ini dikarenakan usia akan mempengaruhi aktivitas GH/IGF *axis*. Semakin menua individu maka respon aktivitas GH/IGF *axis* akan menurun. Aktivitas GH/IGF *axis* merupakan salah satu regulator penting dalam aktivitas fisik (Lanfranco *et al*, 2003).

Pada penelitian yang dilakukan Samson *et al* (2000), kemampuan motorik manusia mengalami penurunan secara drastis pada usia 55 tahun dan semakin menurun seiring bertambahnya usia, serta usia 19 hingga 54 tahun memiliki kemampuan motorik yang lebih optimal. Sedangkan menurut Yunus (1997), daya tahan kardiorespirasi individu secara bertahap akan semakin meningkat dari usia kanak-kanak dan mencapai performa terbaiknya pada usia 18 hingga 30 tahun. Setelah usia 30 tahun, daya tahan kardiorespirasi akan semakin menurun dikarenakan kemampuan ambilan oksigen pada individu menurun (Gambar 2.8). Penurunan daya tahan ini dapat dikurangi dan diperlambat dengan menjaga kebugaran tubuh melalui aktivitas atau latihan fisik yang rutin (Yunus, 1997).



Gambar 2.10 Grafik Tingkat Kebugaran Jasmani terhadap Usia (Yunus, 1997)

2. *Body Mass Index* (BMI)

Body Mass Index (BMI) adalah salah satu penilaian yang digunakan untuk mengukur hubungan antara berat badan dengan tinggi badan seseorang untuk menentukan status kesehatan dan risiko-risiko yang mungkin dimilikinya. Selain itu, BMI juga menjadi salah satu faktor yang dapat mempengaruhi aktivitas fisik seseorang. Pada individu yang memiliki BMI di atas normal memiliki kecenderungan beraktivitas lebih sedikit dibandingkan individu yang memiliki BMI normal. Hal ini diakibatkan kemampuan daya tahan kardiorespirasi seseorang dengan BMI di atas normal lebih rendah dibandingkan seseorang dengan BMI normal. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Andriani (2016), terdapat korelasi negatif antara BMI dengan VO_2max , yang artinya semakin tinggi nilai BMI maka akan semakin rendah tingkat ketahanan kardiorespirasi seseorang dan BMI 18,5 – 24,9kg/m² memiliki VO_2max terbaik.

3. Jenis Kelamin

Dilihat dari sisi jenis kelamin, laki-laki lebih baik dalam performa fisik dibandingkan perempuan tetapi pada usia sebelum pubertas, kemampuan fisik antara laki-laki dan perempuan memiliki kemampuan fisik yang setara, tetapi setelah pubertas kemampuan laki-laki lebih baik 15-25% dibandingkan perempuan. Hal ini dikarenakan sebagian besar kemampuan fisiologi tubuh perempuan, seperti kekuatan otot, ventilasi paru, dan curah jantung yang berkaitan dengan massa otot hanya berkisar antara duapertiga hingga tiga perempat dari kemampuan fisiologi laki-laki. Oleh karena itu, performa laki-laki dinilai lebih baik akibat dari persentase tambahan tubuh laki-laki berupa otot yang lebih besar dibandingkan perempuan. Besarnya tambahan massa otot pada laki-laki diakibatkan oleh adanya hormon *testosterone*. Hormon ini memberi efek anabolik kuat dalam meningkatkan penyimpanan protein yang besar di seluruh tubuh sedangkan pada perempuan yang didominasi hormon estrogen lebih meningkatkan penimbunan lemak dibandingkan protein. Akibat dari banyaknya timbunan

lemak tersebut merugikan dalam mencapai performa tertinggi seorang atlet (Yunus, 1997; Guyton & Hall, 2014).

4. Fungsi Keseimbangan Tubuh

Keseimbangan tubuh adalah kemampuan tubuh untuk menjaga postur tubuh yang diintegrasikan oleh gaya yang ada di dalam dan di luar tubuh serta faktor di lingkungan. Keseimbangan tubuh bergantung terhadap *input*/masukan rangsangan yang diterima oleh mata secara visual, organ *vestibular*, dan sistem somatosensoris. Selain itu, terdapat fungsi propioseptif dari tubuh yang membantu kontrol dari pergerakan dari tubuh. Sistem somatosensoris menerima rangsangan dari berbagai macam reseptor, yaitu *articular*, *cutaneous*, dan *musculotendineous* termasuk *muscle spindle* dan *golgi tendon*, yang peka terhadap perubahan panjang dan tekanan. Dari penerimaan impuls tadi akan diproses dan dihubungkan dengan fungsi motorik dan berkoordinasi agar dapat menjaga postur tubuh tetap tegak sehingga tidak bergoyang dan mudah jatuh (Howard *et al*, 1998; Surenkok *et al*, 2006).

5. Lingkar paha

Dalam daya ledak otot tungkai, kekuatan otot tungkai dipengaruhi oleh lingkar paha terutama dalam aktivitas melompat. Otot-otot pada regio paha, terutama *musculus quadriceps femoris*, mempengaruhi dari kekuatan otot (Petrus, 2009). Pada penelitian yang dilakukan oleh Wijayani (2017) menyatakan bahwa terdapat hubungan antara lingkar paha dengan kecepatan lari 100 meter. Pada penelitian Wong *et al* (2016) menyatakan bahwa otot-otot yang sangat berpengaruh pada saat melakukan lompatan adalah *musculus quadriceps femoris* dan *hamstrings*. Lingkar paha rata-rata masyarakat Indonesia pada usia antara 16-40 tahun yang terkategori sehat dan bugar adalah 49,12-52,53cm (Syaifudin *et al*, 1996). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Santos *et al* (2014) menyatakan bahwa lingkar paha pada atlet sepakbola didapatkan hasil sebesar 49,4-52,4cm.

2.6 Hubungan Waktu Pemulihan Pasca Pertandingan dengan Daya Ledak Otot Tungkai

Pada atlet sepakbola, pertandingan merupakan aktivitas fisik dengan intensitas moderat-tinggi dengan waktu yang lama. Hal ini akan mengakibatkan kondisi kelelahan bagi atlet sepakbola (Nédélec *et al*, 2012). Aktivitas dalam sepakbola, menuntut atlet untuk banyak menggunakan otot-otot tungkai sebagai kekuatan utama atlet seperti *dribbling*, *passing*, dan *shooting*, merupakan teknik-teknik yang tidak hanya membutuhkan kekuatan tetapi akurasi yang bagus. Kondisi kelelahan pada atlet akan menurunkan dari performa atlet baik kekuatan maupun akurasinya (Russel *et al*, 2011; Nédélec *et al*, 2012; Anam, 2013).

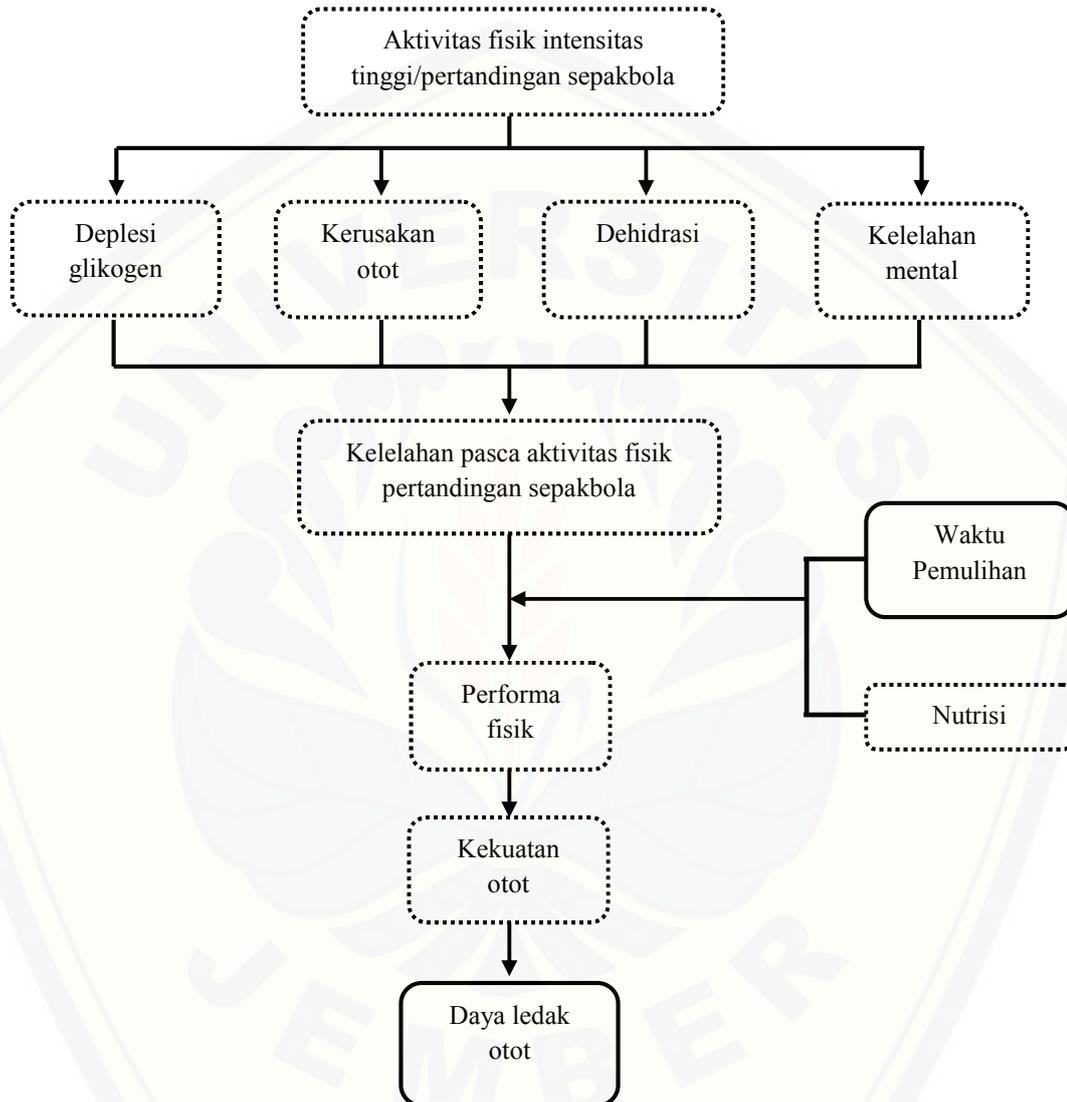
Kelelahan pada atlet akan menyebabkan salah satunya adalah depleksi glikogen. Glikogen merupakan sumber energi utama bagi atlet dalam mengerahkan kemampuan otot-ototnya. Apabila terjadi depleksi glikogen maka sumber energi utama bagi atlet akan menghilang yang berdampak pada performa atlet tersebut. Hal ini akan menyebabkan prestasi atlet tersebut menurun (Irawan, 2007; Nugroho 2008).

Untuk mengembalikan kadar glikogen yang rendah membutuhkan waktu yang tidak singkat. Menurut Nédélec *et al* (2012), waktu yang dibutuhkan untuk glikogen kembali normal sekitar 2-3 hari pasca aktivitas fisik berat. Apabila waktu pemulihan ini tidak tercapai maka simpanan glikogen otot juga tidak akan kembali normal yang akan berakibat pada sumber energi bagi atlet dalam melaksanakan aktivitas rutinnnya. Ketika waktu pemulihan yang cukup tidak tercapai dan aktivitas atlet tetap dilaksanakan, hal ini hanya akan meningkatkan risiko terjadinya cedera otot dan akan memperburuk kondisi atlet (Sidik, 2010; Nédélec *et al*, 2012).

Dalam sepakbola, aktivitas atlet seperti *dribbling*, *passing*, *sprinting*, *shooting*, dan melompat sangat bergantung dengan kemampuan tungkai atlet. Aktivitas tersebut membutuhkan kekuatan dan kecepatan dari tungkai. Kekuatan dan kecepatan otot atau sekelompok otot merupakan komponen utama dalam daya ledak otot, sehingga aktivitas dalam sepakbola dipengaruhi oleh daya ledak otot tungkai (Anam, 2013; Santosa, 2015; Hermawan & Sili, 2016). Apabila atlet

kelelahan maka akan mempengaruhi daya ledak otot tungkainya yang berdampak pula pada performa dan prestasinya (Nédélec *et al*, 2012).

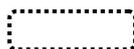
2.7 Kerangka Konsep



Keterangan:



Variabel yang diteliti



Variabel yang tidak diteliti



Hubungan yang diteliti

Gambar 2.11 Kerangka Konsep

Berdasarkan kerangka konsep yang dicantumkan, didapatkan variabel bebas dalam penelitian ini adalah waktu pemulihan pasca aktivitas fisik pertandingan sepakbolat dan variabel terikatnya adalah daya ledak otot tungkai dari atlet.

Dalam sepakbola, pertandingan akan menyebabkan kelelahan pada atletnya. Kelelahan ini ditimbulkan oleh dehidrasi, deplesi glikogen, cedera otot, dan kelelahan mental. Kondisi-kondisi ini dapat mempengaruhi daya ledak otot secara tidak langsung. Kelelahan ini akan membutuhkan waktu pemulihan yang menjadi fokus perhatian dalam penelitian ini, sehingga pengaruh tidak langsung tidak akan diamati dalam penelitian ini.

2.8 Hipotesis Penelitian

Hipotesis pada penelitian ini adalah terdapat pengaruh waktu pemulihan setelah pertandingan terhadap daya ledak otot atlet sepakbola.

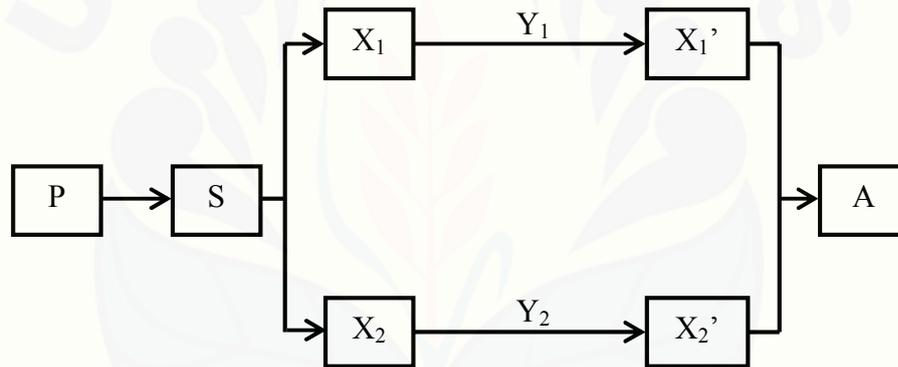
BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian *experimental* yang bertujuan untuk menyelidiki daya ledak otot tungkai pada atlet sepakbola untuk diketahui ada tidaknya pengaruh waktu pemulihan setelah pertandingan terhadap daya ledak otot tungkai.

3.2 Rancangan Penelitian

Pada penelitian ini digunakan rancangan penelitian berupa *pretest-posttest group design*. Rancangan penelitian ini akan dijabarkan dalam bagan (Gambar 3.1) sebagai berikut:



- Keterangan:
- P = Populasi penelitian
 - S = Sampel penelitian
 - X₁ = Kelompok perlakuan 1 saat *pretest*
 - X₁' = Kelompok perlakuan 1 saat *posttest*
 - X₂ = Kelompok perlakuan 2 saat *pretest*
 - X₂' = Kelompok perlakuan 2 saat *posttest*
 - Y₁ = Perlakuan 1 (waktu pemulihan 2 hari)
 - Y₂ = Perlakuan 2 (waktu pemulihan 5 hari)
 - A = Analisis data

Gambar 3.1 Skema Rancangan Penelitian

3.3 Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah atlet sepakbola sejumlah 85 atlet. Sedangkan untuk pengambilan sampel penelitian, dilakukan menggunakan salah satu metode *probability sampling*, yaitu *simple random sampling*. Kemudian pada sampel penelitian dilakukan randomisasi dalam penentuan kelompok. Penentuan besar sampel menggunakan aplikasi penghitung besar sampel dan didapatkan total jumlah sampel yang dibutuhkan dalam penelitian ini sebanyak 36 subyek penelitian (Lampiran 3.1). Jumlah kelompok yang akan digunakan sebanyak 2, sehingga jumlah sampel tiap kelompok adalah 18 subyek penelitian. Dalam sebuah penelitian, *drop out* sebanyak 5-10% dari jumlah subyek penelitian dianggap masih tidak mengganggu hasil penelitian, sehingga untuk mengantisipasi subyek penelitian yang melakukan *drop out*, maka ditambahkan 2 subyek penelitian di setiap kelompok.

Kriteria inklusi untuk subyek penelitian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Usia, pada penelitian ini rentang usia untuk subyek penelitian adalah 18-29 tahun.
2. Jenis kelamin, pada penelitian ini untuk subyek penelitian adalah laki-laki.
3. Posisi bermain sebagai gelandang.
4. *Body Mass Index* (BMI) adalah 18,5 – 24,9 kg/m².
5. Lingkar paha 49-53 cm.
6. Tidak sedang mengalami cedera dan/atau dalam tahap pemulihan cedera tungkai.
7. Bersedia untuk menjadi subyek penelitian dengan mengisi *informed consent*.
8. Subyek penelitian mendapat persetujuan dari klub.
9. Kondisi sehat.

Kriteria eksklusi untuk subyek penelitian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memiliki riwayat gangguan sistem saraf pusat dan organ keseimbangan.
2. Subyek penelitian tidak mengikuti prosedur penelitian seutuhnya.

3. Angka Kecukupan Gizi (AKG) tidak cukup.

3.4 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di Klub Sepakbola Mitratama FC dan PSIL di Lumajang pada Bulan Mei hingga Bulan Juni 2019.

3.5 Variabel Penelitian

Variabel bebas dari penelitian ini adalah waktu pemulihan setelah pertandingan. Variabel tergantung dari penelitian ini adalah daya ledak otot tungkai.

3.6 Definisi Operasional

Definisi operasional penelitian ini akan dijelaskan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Definisi operasional

| No | Variabel | Definisi Operasional | Klasifikasi | Skala Data |
|----|-------------------------|---|--|------------|
| 1 | Waktu pemulihan | Waktu yang dibutuhkan subyek penelitian setelah pertandingan sepakbola sebagai sarana istirahat dan pemulihan bagi subyek penelitian. | Kelompok 1: 2 hari Kelompok 2: 5 hari | Nominal |
| 2 | Daya ledak otot tungkai | Kemampuan otot tungkai untuk mengeluarkan dan menggunakan kekuatan maksimal dalam waktu yang singkat dengan cara melompat secara <i>vertical</i> setinggi-tingginya dan dinilai dalam skala cm besar selisih dari setelah | Didapatkan dengan menggunakan penilaian <i>vertical jump</i> . | Ratio |

melompat dan sebelum melompat yang diukur saat sebelum dan sesudah masa pemulihan.

3.7 Instrumen Penelitian

3.7.1 Alat

1. Alat untuk mengukur *Body Mass Index* (BMI)
 - a. Timbangan digital
 - b. Alat untuk mengukur tinggi badan (*stature meter*)
2. Alat untuk mengukur lingkaran paha
 - a. Pita ukur
3. Alat untuk mengukur daya ledak otot tungkai (*vertical jump*)
 - a. Papan berskala
 - b. Penghapus papan tulis
 - c. Serbuk kapur/magnesium sulfat
 - d. Alat tulis

3.8 Prosedur Penelitian

3.8.1 Prosedur pengisian lembar *informed consent*

Subyek yang bersedia menjadi subyek penelitian wajib mengisi lembar *informed consent* sebagai bukti persetujuan.

3.8.2 Pengukuran *Body Mass Index*

Pengukuran *Body Mass Index* dilakukan dengan mengukur berat badan dan tinggi badan dengan tujuan untuk menyamakan kondisi tiap subyek penelitian. Pengukuran ini disebutkan pada bagian Lampiran 3.2

3.8.3 Pengukuran lingkaran paha

Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui keliling lingkaran pada regio *femur*/paha. Prosedur pengukuran disebutkan pada bagian Lampiran 3.8

3.8.4 Pengukuran daya ledak otot (*vertical jump*)

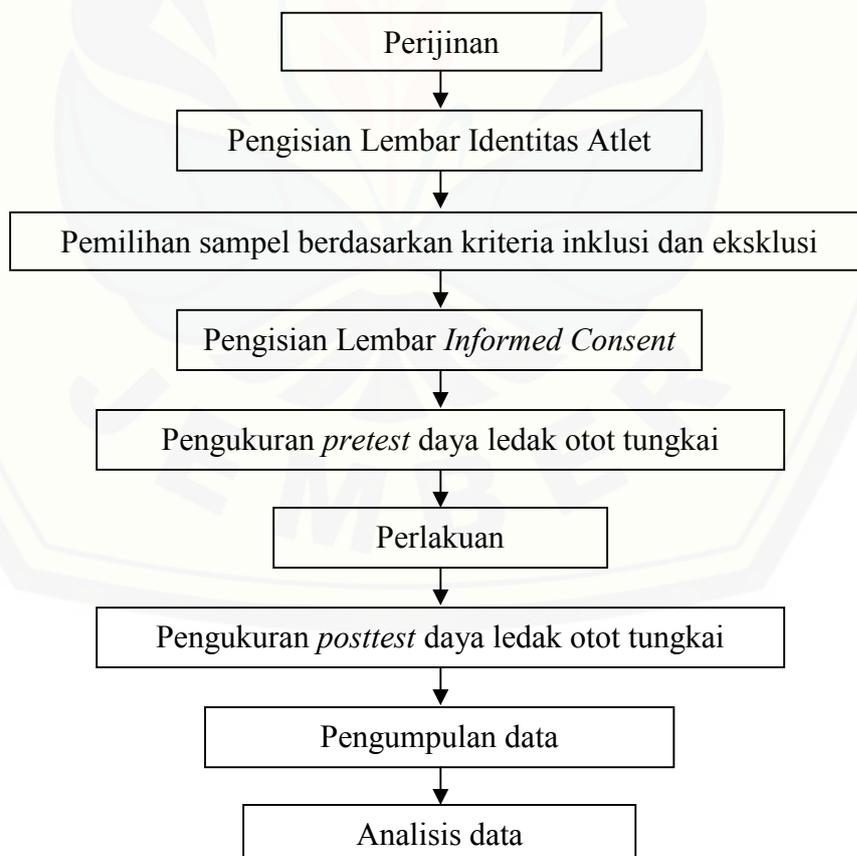
Pengukuran daya ledak otot dilakukan untuk menilai kemampuan otot untuk bekerja semaksimal mungkin dalam waktu yang singkat. Prosedur pengukuran daya ledak otot disebutkan pada bagian Lampiran 3.3

3.8.5 Simulasi pertandingan sepakbola

Pertandingan sepakbola terdiri dari dua tim yang masing-masing memiliki 11 atlet di berbagai posisi. Simulasi pertandingan sepakbola dilakukan untuk memberikan efek lelah yang sama pada seluruh atlet. Prosedur pelaksanaan simulasi disebutkan pada bagian Lampiran 3.4

3.9 Alur Penelitian

Alur penelitian dijelaskan dalam Gambar 3.2 sebagai berikut:



Gambar 3.2 Skema alur penelitian

3.10 Analisa Data

Uji statistik penelitian ini menggunakan program analisis data. Untuk uji normalitas data menggunakan *Shapiro-wilk* karena jumlah sampel yang digunakan kurang dari 50. Data terdistribusi normal, sehingga dapat dilanjutkan dengan uji data komparasi berupa uji t tidak berpasangan.



BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka kesimpulan dari penelitian ini adalah terdapat pengaruh waktu pemulihan setelah pertandingan terhadap daya ledak otot tungkai pada atlet sepakbola.

5.2 Saran

Berdasarkan pada penelitian ini, saran untuk penelitian selanjutnya adalah perlu dilakukan penelitian dengan pengukuran jumlah glikogen otot secara langsung melalui biopsi otot pada subyek penelitian, melakukan kontrol secara penuh terhadap nutrisi yang diterima subyek penelitian, dan penilaian daya ledak otot tungkai pada posisi bermain lainnya. Saran untuk klub sepakbola adalah diperlukan ahli gizi untuk mengatur jumlah gizi setiap atletnya agar selalu tercukupi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adha, Z., S. Sofino, dan Y. Yarmani. 2014. Hubungan Daya Tahan Otot Tungkai Kaki Terhadap Kemampuan Lompat Jauh Pada Siswa Kelas V Sd Negeri 57 Bengkulu Selatan. *Skripsi*. Bengkulu: Program Studi Kedokteran, Universitas Bengkulu.
- Anam, K. 2013. Pengembangan Latihan Ketepatan Tendangan dalam Sepakbola untuk Anak Kelompok Umur 13-14 Tahun. *Media Ilmu Keolahragaan Indonesia*. 3(2).
- Andriani, R. 2016. Hubungan Antara Indeks Massa Tubuh dan Aktivitas Fisik Dengan Volume Oksigen Maksimum. *Skripsi*. Surakarta: Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Arruda, A. F., C. Carling, V. Zanetti, M. S. Aoki, A. J. Coutts, dan A. Moreira. 2015. Effects of a very congested match schedule on body-load impacts, accelerations, and running measures in youth soccer players. *International journal of sports physiology and performance*. 10(2): 248-252.
- Astari, A. F., 2009. Pengaruh Pemberian Lactium Terhadap Tingkat Kecemasan Pada Mahasiswa Fk Undip Angkatan 2008. *Skripsi*. Semarang: Program Studi Kedokteran, Universitas Diponegoro.
- Bafirman, H.B. 2013. Kontribusi fisiologi olahraga mengatasi resiko menuju prestasi optimal. *Media Ilmu Keolahragaan Indonesia*. 3(1).
- Bengtsson, H., J. Ekstrand, M. Waldén, dan M. Hägglund. 2017. Muscle injury rate in professional football is higher in matches played within 5 days since the previous match: a 14-year prospective study with more than 130.000 match observations. *Br J Sports Med*. 52(17): 1116-1122.
- Burke, L. M., L. J. van Loon, dan J. A. Hawley. 2016. Postexercise muscle glycogen resynthesis in humans. *Journal of Applied Physiology*. 122(5): 1055-1067.
- Di Salvo, V., R. Baron, H. Tschan, F. C. Montero, N. Bachl, dan F. Pigozzi. 2007. Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *International journal of sports medicine*. 28(03): 222-227.
- Drake, R. L. A. W. Vogl, dan A. W. Mitchell. 2014. *Gray dasar-dasar anatomi*. Elsevier: Singapore.
- Guyton, A. C., dan J. E. Hall. 2014. *Guyton dan Hall Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. Edisi Keduabelas. Singapura: Elsevier.

- Hermawan, I., dan L.L.S.B. Sili. 2016. Norma Tes Daya Ledak, Kecepatan, Daya Tahan Sepakbola Untuk Kategori Usia 13-14 Tahun. *Journal Physical Education, Health dan Recreation*. 1(1): 10-20.
- Howard, M. E., P. W. Cawley, dan G. M. Losse. 1998. Effect of lower extremity muscular fatigue on motor control performance. *Medicine and science in sports and exercise*. 30(12): 1703-1707.
- Irawan, M. A. 2007. Nutrisi, Energi & Performa Olahraga. *Polton Sports Science & Performance Lab*. 1(4): 1-6.
- Jacobs, I., N. Westlin, J. Karlsson, M. Rasmusson, dan B. Houghton. 1982. Muscle glycogen and diet in elite soccer players. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 48(3): 297-302.
- Lago-Peñas, C., E. Rey, J. Lago-Ballesteros, L. Casais, dan E. Dominguez. 2009. Analysis of work-rate in soccer according to playing positions. *International Journal of Performance Analysis in Sport*. 9(2): 218-227.
- Lanfranco, F., L. Gianotti, R. Giordano, M. Pellegrino, M. Maccario, dan E. Arvat. 2003. Ageing, growth hormone and physical performance. *Journal of endocrinological investigation*. 26(9): 861-872.
- Mohr, M., P. Krstrup, dan J. Bangsbo. 2005. Fatigue in soccer: a brief review. *Journal of sports sciences*. 23(6): 593-599.
- Nédélec, M., A. McCall, C. Carling, F. Legall, S. Berthoin, dan G. Dupont. 2012. Recovery in soccer. *Sports medicine*. 42(12): 997-1015.
- Nosa, S. dan A. Septian. 2012. Survei Tingkat Kebugaran Jasmani Pada Pemain Persatuan Sepakbola Indonesia Lumajang. *Jurnal Prestasi Olahraga*. 1(1): 1-8.
- Nugroho, S. 2008. Peran Nutrisi Bagi Olahragawan. *MEDIKORA*. (1).
- Parwata, I. M. Y. 2015. Kelelahan dan Recovery Dalam Olahraga. *Jurnal Pendidikan Kesehatan Rekreasi*. 1(1): 2-13.
- Paulsen F., dan J. Waschke. 2013. *Sobotta Atlas Anatomi Manusia: Anatomi Umum dan Muskuloskeletal*. Penerjemah: Brahm U. Jakarta: EGC.
- Petrus, T., 2009. Pengaruh Latihan Lompat Gawang dengan Beban dan Tanpa Beban terhadap Peningkatan *Vertical Jump* Atlet Volley. *Skripsi*. Surakarta: Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

- Pramuková, B., V. Szabadosová, dan A. Šoltéssová. 2011. Current knowledge about sports nutrition. *The Australasian medical journal*. 4(3): 107.
- Price, T. B., D. L. Rothman, R. Taylor, M. J. Avison, G. I. Shulman, dan R. G. Shulman. 1994. Human muscle glycogen resynthesis after exercise: insulin-dependent and-independent phases. *Journal of Applied Physiology*. 76(1): 104-111.
- Putra, S. S. 2014. Kontribusi Daya Ledak Otot Tungkai Terhadap Kemampuan Shooting Futsal Pemain SMA 6 Kota Bengkulu. *Skripsi*. Bengkulu: Program Studi Kedokteran, Universitas Bengkulu.
- Purnomo, N. T. 2015. Perubahan Kadar Laktat Darah Akibat Manipulasi Sport Massage Pada Latihan Anaerob. *JURNAL ILMIAH PENJAS*. 1(2).
- Rahnama, N., T. Reilly, A. Lees, dan P. Graham-Smith. 2003. Muscle fatigue induced by exercise simulating the work rate of competitive soccer. *Journal of Sports Science*. 21(11): 933-942.
- Rampinini, E., A. Bosio, I. Ferraresi, A. Petruolo, A. Morelli, dan A. Sassi. 2011. Match-related fatigue in soccer players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 43(11): 2161-2170.
- Reilly, T., B. Drust, dan N. Clarke. 2008. Muscle fatigue during football match-play. *Sports Medicine*. 38(5): 357-367.
- Russell, M., D. Benton, dan M. Kingsley. 2011. The effects of fatigue on soccer skills performed during a soccer match simulation. *International journal of sports physiology dan performance*. 6(2): 221-233.
- Samson, M. M., I. B. Meeuwsen, A. Crowe, J. A. Dessens, S. A. Duursma, dan H. J. Verhaar. 2000. Relationships between physical performance measures, age, height and body weight in healthy adults. *Age and ageing*. 29(3): 235-242.
- Santos, D. A., J. A. Dawson, C. N. Matias, P. M. Rocha, C. S. Minderico, D. B. Allison, L. B. Sardinha, dan A. M. Silva. 2014. Reference values for body composition and anthropometric measurements in athletes. *PloS one*. 9(5): 1-11.
- Santosa, D. W. 2015. Pengaruh Pelatihan Squat Jump Dengan Metode Interval Pendekterhadap Daya ledak (Power) Otot Tungkai. *Jurnal Kesehatan Olahraga*. 3(2).
- Sherwood, L. 2009. *Fisiologi Manusia dari Sel ke Sistem*. Edisi keenam. EGC: Jakarta.

- Sidik, D. Z., 2010. Prinsip-prinsip Latihan dalam Olahraga Prestasi. http://www.academia.edu/download/37819114/1_PRINSIP_PRINSIP_LATIHAN_Oleh_Dikdik_Zafar_Sidik.pdf. [Diakses pada 4 November 2019].
- Skala Survei Indonesia (SSI). 2014. Jenis Olahraga yang Paling Disukai Publik Indonesia. <https://skalasurvei.com/jenis-olah-raga-yang-paling-disukai-publik-indonesia/>. [Diakses pada 7 Januari 2019].
- Surenkok, O., A. K. Isler, A. Aytar, Z. Gultekin, dan M. N. Akman. 2006. Effect of knee muscle fatigue and lactic acid accumulation on balance in healthy subjects. *Isokinetics and exercise science*. 14(4): 301-306.
- Syaifudin, M., Z. Alatas, T. Rahardjo, dan Mugiono. 1996. Studi Antropometrik Manusia Jawa Dalam Rangka Penyusunan Manusia Acuan Indonesia. *Prosiding Presentasi Ilmiah Kcselamatan Radiasi dan Lingkungan*. 20-21 Agustus 1996. *PSPKR-BATAN*: 230-242.
- Yunus, F. 1997. Faal Paru dan olahraga. *Jurnal Respirologi Indonesia*. 17(2).
- Wijayani, A. U. 2017. Hubungan Lingkar Betis, Lingkar Paha dan Panjang Tungkai dengan Kecepatan Lari 100 meter Pada Atlet Lari di Kota Semarang. *Skripsi*. Semarang: Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Wong, J. D., M. F. Bobbert, A. J. van Soest, P. L. Gribble, dan D. A. Kistemaker. 2016. Optimizing the distribution of leg muscles for vertical jumping. *PLoS one*. 11(2): 1-15.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Penjelasan kepada Calon Sampel

LEMBAR PENJELASAN KEPADA CALON SAMPEL

Saya Cahyo Bagaskoro NIM 152010101048 merupakan mahasiswa fakultas kedokteran Universitas Jember sedang melakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh waktu pemulihan setelah pertandingan terhadap daya ledak otot tungkai pada atlet sepakbola di salah satu klub sepakbola yang berada di Kabupaten Lumajang. Penelitian ini membutuhkan subyek penelitian sebanyak 26 subyek yang memenuhi kriteria inklusi dari peneliti.

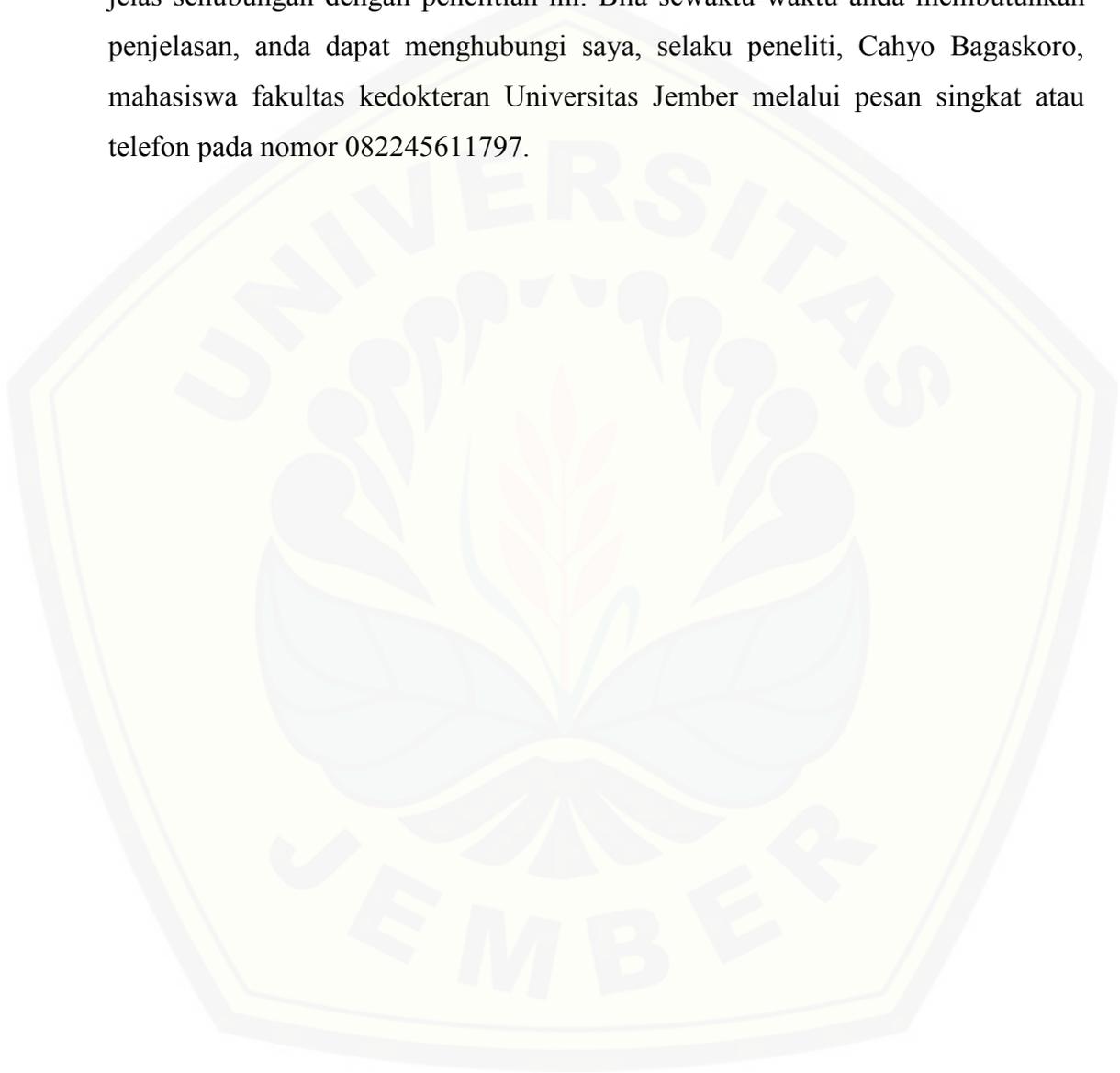
Anda termasuk salah satu atlet sepakbola yang sesuai dengan kriteria inklusi sebagai calon subyek penelitian. Oleh karena itu, peneliti meminta kesediaan anda untuk menjadi subyek penelitian pada penelitian yang akan dilakukan. Anda akan diminta untuk mengisi *informed consent* (lembar persetujuan) dan menjawab beberapa pertanyaan terkait penelitian, kemudian dilanjutkan dengan mengikuti prosedur penelitian yang akan dilakukan.

Dalam penelitian ini, anda akan melakukan simulasi pertandingan sepakbola dengan waktu yang relatif sama dengan pertandingan pada umumnya, kemudian anda akan diberikan waktu untuk pemulihan dan istirahat, lalu selanjutnya anda akan kembali untuk diukur kemampuan dalam melakukan lompatan. Selama periode pemulihan tersebut, anda tidak boleh beraktivitas berat yang dapat memperburuk kondisi kaki anda, seperti lari, *scout jump*, dan bertanding sepakbola.

Anda bebas untuk menolak ikut dalam penelitian ini. Apabila anda sudah memutuskan untuk mengikuti penelitian ini, anda diperbolehkan untuk mengundurkan diri setiap saat. Apabila anda tidak mengikuti instruksi yang diberikan oleh peneliti, anda dapat dikeluarkan dari penelitian ini. Semua data penelitian yang didapatkan peneliti akan diperlakukan secara rahasia sehingga tidak memungkinkan orang lain mengetahui data anda. Semua berkas yang mencantumkan identitas anda sebagai subyek penelitian hanya digunakan untuk

pengolahan data dan apabila penelitian sudah selesai dilaksanakan, data milik subyek penelitian akan dimusnahkan minimal dalam 2 tahun dan maksimal dalam 4 tahun.

Anda akan diberi kesempatan untuk menanyakan semua hal yang belum jelas sehubungan dengan penelitian ini. Bila sewaktu-waktu anda membutuhkan penjelasan, anda dapat menghubungi saya, selaku peneliti, Cahyo Bagaskoro, mahasiswa fakultas kedokteran Universitas Jember melalui pesan singkat atau telepon pada nomor 082245611797.



Lampiran 2 Formulir *Informed Consent* (Lembar Persetujuan)**LEMBAR PERSETUJUAN MENJADI SUBYEK PENELITIAN**

No. Responden:

Saya yang bertanda tangan di bawah ini adalah:

Nama :

Usia :

Jenis kelamin :

Alamat :

Menyatakan bersedia untuk menjadi subyek penelitian dari:

Nama : Cahyo Bagaskoro

Angkatan/NIM : 2015/152010101048

Fakultas : Kedokteran Universitas Jember

Menyatakan bahwa:

1. Saya telah mendapat penjelasan segala sesuatu mengenai penelitian yang berjudul “Pengaruh Waktu Pemulihan Setelah Pertandingan terhadap Daya Ledak Otot Tungkai pada Atlet Sepakbola”.
2. Setelah saya memahami penjelasan tersebut, dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari siapapun, saya bersedia untuk ikut serta sebagai subyek penelitian ini dengan kondisi:
 - a. Data yang diperoleh dari penelitian ini akan dijaga kerahasiaannya dan hanya dipergunakan untuk kepentingan ilmiah.
 - b. Apabila saya inginkan, saya boleh memutuskan untuk keluar/tidak berpartisipasi lagi dalam penelitian ini tanpa harus menyampaikan alasan apapun.

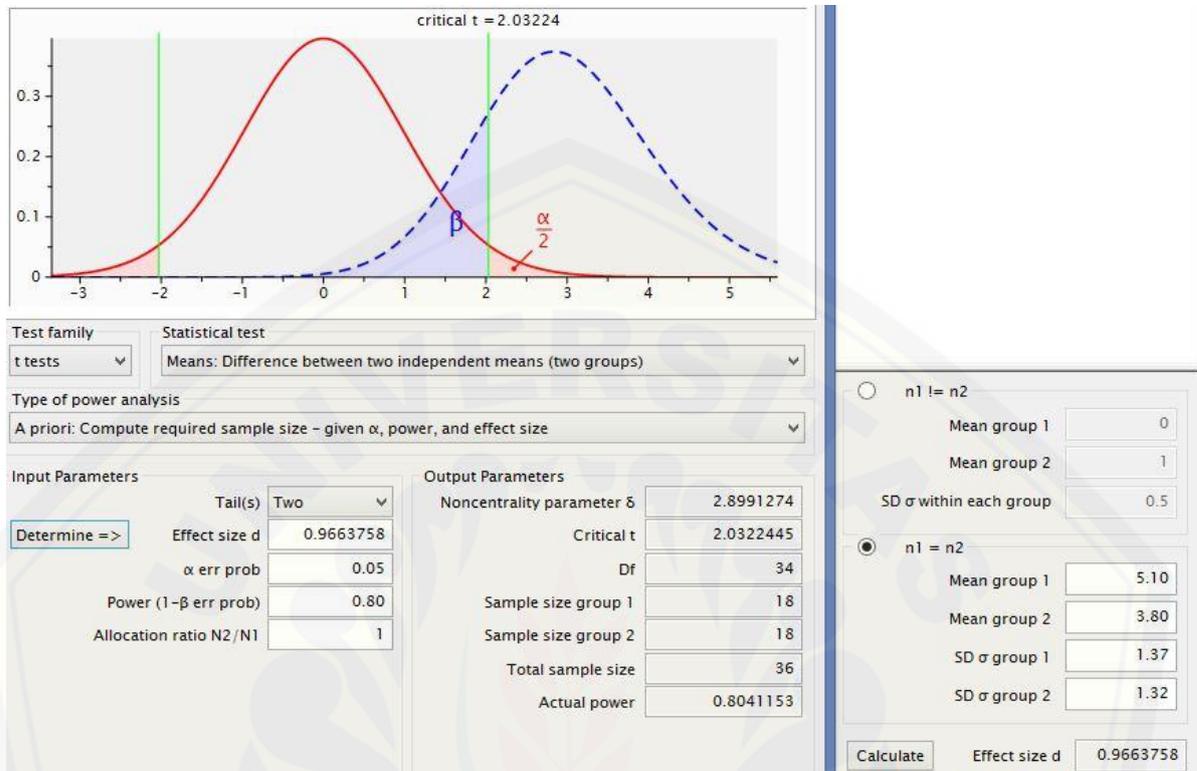
Semua penjelasan telah disampaikan kepada saya dan semua pertanyaan saya telah dijawab oleh peneliti. Saya mengerti bahwa bila masih memerlukan penjelasan, saya akan mendapat jawaban dari Cahyo Bagaskoro.

Dengan menandatangani formulir ini, saya setuju untuk ikut dalam penelitian ini.

Lumajang,.....
Yang membuat pernyataan

(.....)

Lampiran 3.1 Perhitungan Jumlah Sampel



Lampiran 3.2 Pengukuran *Body Mass Index* (BMI)

Dalam pengukuran BMI, diperlukan data pengukuran tinggi badan dan berat badan untuk dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{BMI} = \frac{\text{BB}}{\text{TB} \times \text{TB}}$$

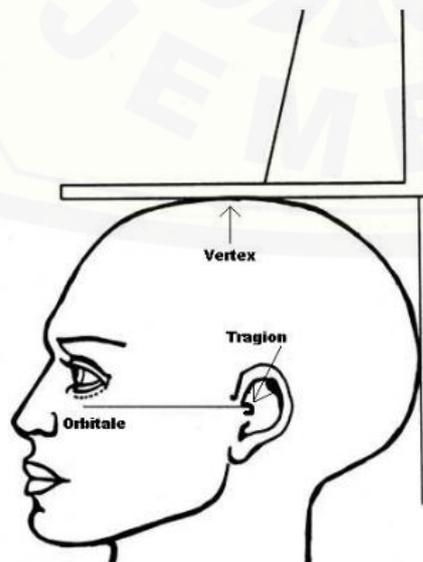
Keterangan:

BB : Berat badan (Kg)

TB : Tinggi badan (m)

Pengukuran tinggi badan dilakukan melalui prosedur sebagai berikut:

1. Meminta subyek penelitian untuk melepaskan:
 - a. Alas kaki (sepatu, kaos kaki, sandal)
 - b. Perlengkapan kepala (topi, pita)
2. Subyek penelitian dipersilahkan berdiri menghadap pengamat
3. Subyek penelitian diminta berdiri dengan ketentuan:
 - a. Kaki rapat
 - b. Tumit menempel dinding
 - c. Lutut lurus tegak
4. Meminta subyek penelitian untuk menghadap lurus ke depan
5. Kepala dalam posisi lurus sumbu tubuh secara vertikal dan diarahkan pada bidang *Frankfurt* secara horizontal.



6. Meminta subyek penelitian untuk menarik nafas dan menahan nafas
7. Mengukur tinggi menggunakan *stature meter*
8. Pengamat mencatat angka yang tertera pada *stature meter* dalam satuan meter

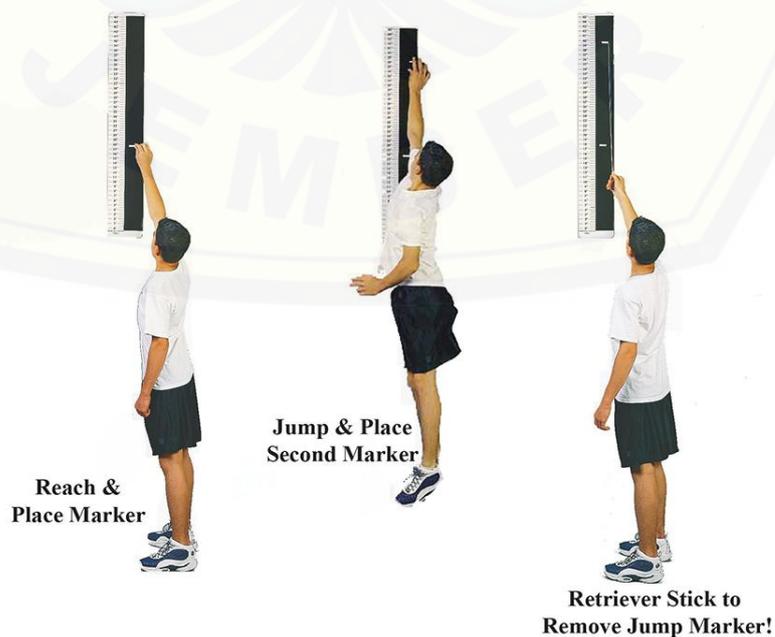
Pengukuran berat badan dilakukan melalui prosedur sebagai berikut:

1. Meminta subyek penelitian untuk melepas alas kaki (sepatu, sandal, kaos kaki)
2. Meminta subyek penelitian berdiri di atas timbangan
3. Subyek penelitian berdiri dengan syarat sebagai berikut:
 - a. Berdiri tegak
 - b. Menghadap ke depan
 - c. Menaruh tangan di samping badan
 - d. Tetap pada posisi yang diminta sampai diperbolehkan untuk turun dari timbangan
4. Pengamat mencatat angka yang tertera pada timbangan digital bermerk “FRT” dengan alas kaca dan skala berupa angka

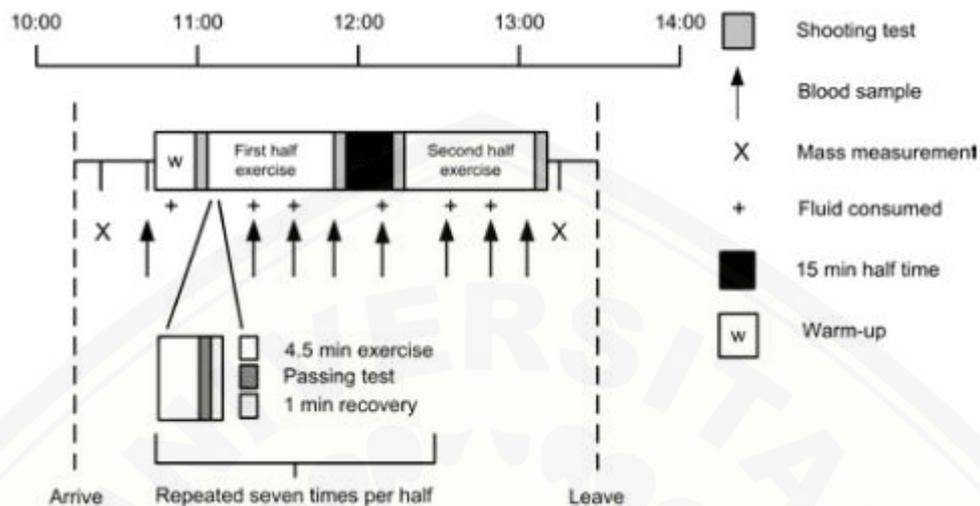
Lampiran 3.3 Pengukuran Daya Ledak Otot (*Vertical Jump*)

Prosedur pengukuran daya ledak otot (*vertical jump*), sebagai berikut:

1. Papan berskala diatur setinggi perkiraan kemampuan subyek penelitian saat berdiri hingga melompat
2. Sebelum melaksanakan tes, subyek perlu menaburi kapur pada tangannya
3. Subyek berdiri dengan posisi berdiri menyamping dengan tangan yang akan digunakan berhadapan dengan papan berskala
4. Subyek menempelkan tangannya terhadap papan berskala setinggi mungkin sebagai titik awal A
5. Subyek melakukan lompatan (tes) dengan menekuk kedua lutut terlebih dahulu dan menempelkan tangannya ke papan berskala pada posisi lompatan tertinggi sebagai titik akhir B
6. Selisih antara titik B dan titik A merupakan kemampuan lompatan subyek
7. Hasil dihitung dalam satuan cm menggunakan sebuah pita ukur merk "BUTTERFLY BRAND" berwarna putih dengan skala ukuran bergaris merah.



Lampiran 3.4 Simulasi Pertandingan Sepakbola



Simulasi pertandingan sepakbola ini dilakukan agar setiap pemain mendapatkan intensitas latihan yang menyerupai intensitas saat bertanding sehingga mendapatkan tingkat kelelahan yang sama. simulasi ini dilakukan dengan interval 45 menit pada setiap babak dan istirahat 15 menit di antara 2 babak (Russel *et al*, 2011).

4,5 menit *exercise* secara spesifik dijabarkan menjadi 3 repetisi dari setiap aktivitas berikut ini:

1. 3x jalan 20m atau *sprint* 15m atau *dribbling* 20m
2. 1x pemulihan pasif selama 4 detik
3. 5x *forward jogging* 20m
4. 1x *backward jogging* 20m
5. 2x jalan cepat 20m.

Setelah itu, dilanjutkan dengan *passing test* selama ± 1 menit dan pemulihan 1 menit. Keseluruhan aktivitas ini diulang sebanyak 7 kali.

Lampiran 3.5 Lembar Identitas Atlet

LEMBAR IDENTITAS ATLET

Nama Pewawancara : _____

Tanggal : _____

No. Sampel : _____

Petunjuk pengisian: Isi salah satu kolom () dengan tanda (√)

A. Karakteristik Diri

1. Nama Lengkap : _____
2. TTL : _____
3. Usia : _____ tahun
4. Alamat : _____
5. Pekerjaan : _____
6. Berat Badan : _____ kg
7. Tinggi Badan : _____ cm

B. Riwayat Olahraga

8. Berapa lama sudah menjadi atlet sepakbola?

Jawab: (_____ tahun, _____ bulan)

C. Riwayat Kesehatan

9. Apakah anda memiliki gangguan keseimbangan tubuh?

 ya tidak

10. Apakah anda sekarang sedang mengalami cedera atau dalam tahap pemulihan cedera?

 ya tidak

Lampiran 3.6 Food Recall 24 Jam

LEMBAR KUESIONER FOOD RECALL 24 JAM

Nama Pewawancara : _____

Tanggal : _____

No. Sampel : _____

| Waktu makan | Menu makanan | Banyaknya | |
|---------------------|--------------|-----------|--------------|
| | | URT | Berat (gram) |
| Pagi/jam: | | | |
| Selingan pagi/jam: | | | |
| Siang/jam: | | | |
| Selingan siang/jam: | | | |
| Malam/jam: | | | |
| Selingan malam/jam: | | | |

Keterangan:

URT : Ukuran Rumah Tangga

Lampiran 3.7 Angka Kecukupan Energi

Dietary Guidelines Based on Gender and Age

| Usia (Tahun) | Jenis Kelamin | Jumlah Kalori (kkal) |
|--------------|--------------------------|----------------------|
| 2-3 | Laki-laki atau perempuan | 1.000 |
| 4-8 | Laki-laki | 1.200-2.000 |
| | Perempuan | 1.200-1.800 |
| 9-13 | Laki-laki | 1.600-2.600 |
| | Perempuan | 1.400-2.200 |
| 14-18 | Laki-laki | 2.000-3.200 |
| | Perempuan | 1.800-2.400 |
| 19-30 | Laki-laki | 2.400-3.000 |
| | Perempuan | 1.800-2.400 |
| 21-50 | Laki-laki | 2.200-3.000 |
| | Perempuan | 1.800-2.200 |
| >50 | Laki-laki | 2.000-2.800 |
| | Perempuan | 1.600-2.200 |

Adapted from US Department of Agriculture and US Department of Health and Human Services. *Dietary Guidelines for Americans 7th ed.* 2010.

Lampiran 3.8 Prosedur Pengukuran Lingkar Paha

Pengukuran lingkar paha dilakukan melalui prosedur sebagai berikut:

1. Subyek penelitian berdiri dengan menumpu pada kedua kaki.
2. Pengamat mengukur lingkar paha dari samping subyek penelitian.
3. Lokasi pengukuran berada tepat pada titik tengah sisi lateral dari garis imajiner yang menghubungkan *trochanter major* hingga *apex capitis fibulae*.
4. Pengamat mengukur menggunakan pita ukur berskala cm, mengelilingi paha.
5. Saat mengukur tidak boleh terlalu ketat atau terlalu longgar serta sebisa mungkin saat pengukuran, subyek penelitian mengangkat celana yang digunakan, sehingga pita ukur dapat menempel pada kulit paha.

Lampiran 3.9 Etik Penelitian

 KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER
KOMISI ETIK PENELITIAN
Jl. Kalimantan 37 Kampus Bumi Tegal Boto Telp/Fax (0331) 337877 Jember
68121 – Email : fk_unej@telkom.net

KETERANGAN PERSETUJUAN ETIK
ETHICAL APPROVA
Nomor : (294 /H25.1.11/KE/2019

Komisi Etik, Fakultas Kedokteran Universitas Jember dalam upaya melindungi hak asasi dan kesejahteraan subyek penelitian kedokteran, telah mengkaji dengan teliti protokol berjudul :

The Ethics Committee of the Faculty of Medicine, Jember University. With regards of the protection of human rights and welfare in medical research, has carefully reviewed the proposal entitled :

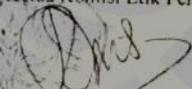
PENGARUH WAKTU PEMULIHAN SETELAH PERTANDINGAN TERHADAP DAYA LEDAK OTOT TUNGKAI PADA ATLET SEPAKBOLA

Nama Peneliti Utama : Cahyo Bagaskoro
Name of the principal investigator

NIM : 152010101048

Nama Institusi : Fakultas Kedokteran Universitas Jember
Name of institution

Dan telah menyetujui protokol tersebut diatas.
And approved the above mentioned proposal.

Jember, 13 - 06 - 2019
Ketua Komisi Etik Penelitian

dr. Rini Riyanti, Sp.PK

Lampiran 4.1 Data Subyek Penelitian

| No. | Identitas | Usia (tahun) | BMI (kg/m ²) | Selisih (cm) |
|-----|-----------|--------------|--------------------------|--------------|
| 1 | WS | 26 | 22,28 | 3 |
| 2 | SR | 19 | 22,8 | 4 |
| 3 | BHB | 27 | 22,11 | 2 |
| 4 | RW | 22 | 22,82 | 4 |
| 5 | BA | 28 | 23,3 | 6 |
| 6 | PP | 25 | 24,05 | 1 |
| 7 | AD | 21 | 22,96 | 2 |
| 8 | SHD | 20 | 23,31 | 1 |
| 9 | AY | 21 | 22,09 | 3 |
| 10 | AB | 28 | 23,54 | 4 |
| 11 | AAN | 22 | 21,89 | 3 |
| 12 | MFF | 23 | 23,98 | 2 |
| 13 | ABA | 24 | 22,91 | 2 |
| 14 | MAY | 24 | 22,38 | 1 |
| 15 | RH | 25 | 23,19 | 3 |
| 16 | MA | 22 | 24,06 | 4 |
| 17 | MRAS | 21 | 24 | 5 |
| 18 | ALH | 20 | 23,26 | 2 |
| 19 | ASZ | 20 | 22,26 | 5 |
| 20 | ITK | 22 | 23,58 | 1 |
| 21 | AG | 23 | 23,7 | -4 |
| 22 | RJ | 21 | 22,88 | -2 |
| 23 | CN | 20 | 22,83 | -5 |
| 24 | OK | 19 | 22,96 | -5 |
| 25 | RD | 22 | 23,34 | -5 |
| 26 | AM | 26 | 23,39 | -3 |
| 27 | JA | 25 | 23,31 | -4 |

| | | | | |
|----|------|----|-------|----|
| 28 | YS | 22 | 23,71 | -7 |
| 29 | RF | 21 | 23,96 | -3 |
| 30 | KRN | 20 | 22,69 | -5 |
| 31 | LKM | 21 | 21,24 | -5 |
| 32 | RZ | 21 | 23,26 | -4 |
| 33 | DND | 22 | 22,97 | -6 |
| 34 | LAY | 19 | 22,69 | -4 |
| 35 | YDI | 23 | 23,79 | -4 |
| 36 | LW | 26 | 22,5 | -2 |
| 37 | MATF | 28 | 23,2 | -2 |
| 38 | DKRN | 26 | 21,55 | -1 |
| 39 | RPH | 27 | 23,02 | -1 |
| 40 | HMH | 24 | 22,48 | -2 |

Lampiran 4.2 Pola Makan Subyek Penelitian

| No. | Identitas | Hari 1 (kkal) | Hari 2 (kkal) | Hari 3 (kkal) | Hari 4 (kkal) | Hari 5 (kkal) |
|-----|-----------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 1 | WS | 2679 | 2855 | 2679 | 2679 | 2855 |
| 2 | SR | 2813 | 2763 | 2763 | 2763 | 2763 |
| 3 | BHB | 2587 | 2679 | 2587 | 2855 | 2855 |
| 4 | RW | 2989 | 2763 | 2855 | 2587 | 2989 |
| 5 | BA | 2587 | 2587 | 2989 | 2679 | 2679 |
| 6 | PP | 2813 | 2855 | 2679 | 2855 | 2679 |
| 7 | AD | 2813 | 2989 | 2855 | 2763 | 2763 |
| 8 | SHD | 2763 | 2679 | 2763 | 2679 | 2989 |
| 9 | AY | 2855 | 2813 | 2679 | 2763 | 2763 |
| 10 | AB | 2587 | 2813 | 2763 | 2587 | 2813 |
| 11 | AAN | 2813 | 2763 | 2989 | 2813 | 2763 |
| 12 | MFF | 2855 | 2855 | 2587 | 2813 | 2813 |
| 13 | ABA | 2989 | 2587 | 2813 | 2763 | 2763 |
| 14 | MAY | 2763 | 2813 | 2763 | 2855 | 2855 |
| 15 | RH | 2679 | 2855 | 2679 | 2587 | 2587 |
| 16 | MA | 2855 | 2989 | 2763 | 2587 | 2855 |
| 17 | MRAS | 2763 | 2679 | 2587 | 2855 | 2763 |
| 18 | ALH | 2679 | 2813 | 2855 | 2989 | 2679 |
| 19 | ASZ | 2763 | 2587 | 2989 | 2763 | 2763 |
| 20 | ITK | 2587 | 2855 | 2679 | 2587 | 2763 |
| 21 | AG | 2855 | 2989 | - | - | - |

| | | | | | | |
|----|------|------|------|---|---|---|
| 22 | RJ | 2989 | 2763 | - | - | - |
| 23 | CN | 2679 | 2587 | - | - | - |
| 24 | OK | 2587 | 2855 | - | - | - |
| 25 | RD | 2813 | 2989 | - | - | - |
| 26 | AM | 2813 | 2855 | - | - | - |
| 27 | JA | 2989 | 2763 | - | - | - |
| 28 | YS | 2763 | 2679 | - | - | - |
| 29 | RF | 2679 | 2763 | - | - | - |
| 30 | KRN | 2855 | 2855 | - | - | - |
| 31 | LKM | 2763 | 2587 | - | - | - |
| 32 | RZ | 2855 | 2679 | - | - | - |
| 33 | DND | 2989 | 2855 | - | - | - |
| 34 | LAY | 2679 | 2763 | - | - | - |
| 35 | YDI | 2679 | 2679 | - | - | - |
| 36 | LW | 2763 | 2763 | - | - | - |
| 37 | MATF | 2989 | 2587 | - | - | - |
| 38 | DKRN | 2763 | 2855 | - | - | - |
| 39 | RPH | 2813 | 2813 | - | - | - |
| 40 | HMH | 2763 | 2989 | - | - | - |

Lampiran 4.3 Analisis Data

A. Uji Normalitas

Tests of Normality

| Groups | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|-------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| Data 5 hari | .178 | 20 | .097 | .926 | 20 | .131 |
| 2 hari | .172 | 20 | .124 | .945 | 20 | .292 |

B. Uji T Tidak Berpasangan

Group Statistics

| Groups | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|-------------|----|---------|----------------|-----------------|
| Data 5 hari | 20 | 2.9000 | 1.48324 | .33166 |
| 2 hari | 20 | -3.7000 | 1.65752 | .37063 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | t-test for Equality of Means | | | | | | |
|------|-----------------------------|---|------|------------------------------|--------|-----------------|-----------------|-----------------------|---|---------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | 95% Confidence Interval of the Difference | |
| | | | | | | | | | Lower | Upper |
| Data | Equal variances assumed | .308 | .582 | 13.270 | 38 | .000 | 6.60000 | .49736 | 5.59314 | 7.60686 |
| | Equal variances not assumed | | | 13.270 | 37.540 | .000 | 6.60000 | .49736 | 5.59274 | 7.60726 |

Lampiran 4.4 Dokumentasi

1. Pendataan subyek penelitian



2. Pengukuran *vertical jump*

