



**PENGARUH MINUMAN KOPI MINIM KAFEIN TERHADAP  
 $VO_{2max}$  DAN PEMULIHAN DENYUT NADI  
SETELAH MELAKUKAN TREADMILL**

**SKRIPSI**

Oleh

**Chikita Rizqi Hanifati  
NIM 112010101017**

**FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2015**



**PENGARUH MINUMAN KOPI MINIM KAFEIN TERHADAP  
 $VO_2max$  DAN PEMULIHAN DENYUT NADI  
SETELAH MELAKUKAN TREADMILL**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan pendidikan di Fakultas Kedokteran (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Kedokteran

Oleh

**Chikita Rizqi Hanifati**  
**NIM 112010101017**

**FAKULTAS KEDOKTERAN**  
**UNIVERSITAS JEMBER**  
**2015**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya mendapatkan kesempatan untuk menjalani hidup dengan layak dan mempelajari semua ilmu yang luar biasa ini, beserta Nabi Muhammad SAW yang selalu menjadi tauladan;
2. Orangtua tercinta, Ayahanda Drs. Prijadi, M.Pd dan Ibunda Enny Rusmiati, S.Pd, Saudaraku tercinta, Adik Lazuardo Rizqi Ramadhani, Dirgahayu Rizqi Salsabilla, Laluna Rizqi Fabiolla dan Macheda Rizqi Ghaesany atas semua doa, dukungan, bimbingan, kasih sayang, serta pengorbanan yang telah dilakukan untuk saya setiap waktu;
3. Guru-guru, yang menempa dan mendidik saya mulai taman kanak-kanak hingga saat ini, terimakasih telah menjadikan saya manusia yang berilmu dan beriman;
4. Almamater Fakultas Kedokteran Universitas Jember atas seluruh kesempatan menimba ilmu yang berharga ini.

**MOTTO**

*Surely Allah is He with Whom is the knowledge of the hour, and He sends down the rain and He knows what is in the wombs; and no one knows what he shall earn tomorrow; and no one knows in what land he shall die; surely Allah is All Knowing, All Aware*

Sesungguhnya hanya di sisi Allah ilmu tentang hari Kiamat; dan Dia yang menurunkan hujan, dan mengetahui apa yang ada dalam rahim.

Dan tidak ada seorangpun yang dapat mengetahuinya (dengan pasti) apa yang akan dikerjakan besok.

Dan tidak ada seorangpun yang dapat mengetahui di bumi mana dia akan mati.

Sungguh, Allah Maha Mengetahui, lagi Maha Mengenal.

*[terjemahan Al-Qur'an Surah Luqman 31:34]*

---

\*) Departemen Agama Republik Indonesia. 2012. Mushaf Al-Qur'an dan Terjemahannya. Surabaya : Duta Ilmu

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Chikita Rizqi Hanifati

NIM : 112010101017

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: “Pengaruh Minuman Kopi Minim Kafein terhadap  $VO_{2max}$  dan Pemulihan Denyut Nadi Setelah Melakukan Treadmill” 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 dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 26 Maret 2015

Yang menyatakan,

Chikita Rizqi Hanifati

NIM.112010101017

**SKRIPSI**

**PENGARUH MINUMAN KOPI MINIM KAFEIN TERHADAP  
 $VO_2max$  DAN PEMULIHAN DENYUT NADI  
SETELAH MELAKUKAN TREADMILL**

Oleh

Chikita Rizqi Hanifati

112010101017

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : dr. Cholis Abrori, M.Kes, M.Pd. Ked

Dosen Pembimbing Anggota : dr. M. Ihwan Narwanto, M.Sc

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Pengaruh Minuman Kopi Minim Kafein Terhadap  $VO_{2max}$  dan Pemulihan Denyut Nadi Setelah Melakukan Treadmill” telah diuji dan disahkan pada

Hari, tanggal : Kamis, 26 Maret, 2015

Tempat : Fakultas Kedokteran Universitas Jember

Tim, Penguji:

Penguji I,

Penguji II,

dr. Elly Nurus Sakinah, M.Si

NIP. 19840916 200801 2003

dr. Ancah Caesarina Novi M., Ph.D

NIP. 19820309 200812 2 002

Penguji III,

Penguji IV,

dr. Cholis Abrori, M.Kes, M.Pd. Ked

NIP. 19710521 199803 1 003

dr. M. Ihwan Narwanto, M.Sc

NIP. 19800218 200501 1 001

Mengesahkan

Dekan,

dr. Enny Suswati, M.Kes

NIP. 19700214 199903 2 001

**RINGKASAN**

**Pengaruh Minuman Kopi Minim Kafein Terhadap  $VO_2max$  dan Pemulihan Denyut Nadi Setelah Melakukan Treadmill;** Chikita Rizqi Hanifati: 112010101017; 2015; 54 Halaman; Fakultas Kedokteran Universitas Jember.

Dewasa ini masyarakat melakukan banyak cara untuk mengatasi rasa kantuk dan lelah, karena hal ini dianggap mengganggu kegiatan sehari-hari dan menghambat produktivitas kerja. Salah satu yang membuat kecanduan adalah mengonsumsi kopi karena dipercaya dapat meningkatkan kebugaran dan performa kerja (Honosutomo, 2007). Kopi merupakan minuman *psikostimulan* yang sering digunakan atlet sebagai suplementasi latihan, berkaitan dengan kandungan zat aktif dalam kopi yang memberikan banyak pengaruh pada manusia, termasuk peningkatan ketahanan saat melakukan aktifitas fisik (Graham, 2011).

Pengaruh kafein yang utama pada SSP disebabkan oleh kapasitas kafein sebagai antagonis reseptor *adenosin*. Gugus *methilxantin* yang terdapat pada kafein akan berikatan dengan reseptor *adenosin* di otak dan menyebabkan blokade, akibatnya terjadi peningkatan katekolamin plasma yaitu epinefrin satu jam setelah konsumsi kafein dan akan memberikan efek peningkatan frekuensi dan kekuatan denyut jantung (Graham, 2011). Fungsi jantung yang efisien menunjukkan kebugaran yang baik. Kebugaran erat kaitannya dengan keadaan kardiorespirasi.  $VO_2max$  merupakan salah satu variabel digunakan untuk mengetahui keadaan kardiorespirasi seseorang (Bassett dan Howley, 2000).

Meskipun demikian, penggunaan kafein dengan dosis yang berlebihan atau pada orang yang intoleran dapat menimbulkan efek samping gelisah, gugup, insomnia, tremor, palpitasi dan kejang (FDA, 2007). Sebagai solusi untuk mengatasi masalah tersebut, kini dikembangkan produk kopi minim kafein, yaitu produk kopi

yang telah mengalami proses dekafeinasi dengan mengurangi kadar kafein hingga mencapai 0,1-0,3% (Mulato dan Suharyato, 2006).

Tujuan penelitian untuk: (1) Mengetahui  $VO_2max$  seseorang yang mengkonsumsi kopi berkafein, (2) Mengetahui  $VO_2max$  seseorang yang mengkonsumsi kopi minim kafein, (3) Mengetahui perbedaan  $VO_2max$  seseorang yang mengkonsumsi kopi berkafein dengan seseorang yang mengkonsumsi kopi minim kafein, (4) Mengetahui waktu pemulihan denyut nadi latihan pada kelompok perlakuan yang diberi minuman kopi minim kafein dengan kelompok kontrol yang diberi minuman kopi berkafein.

Jenis penelitian ini adalah penelitian quasi eksperimental. Metode penelitian yang digunakan adalah *Randomized Clinical Trial* (RCT). Populasi penelitian adalah sukarelawan yang diambil dari masyarakat umum yang berada dalam lingkup usia dewasa muda. Jumlah sukarelawan pada penelitian ini adalah 20 orang. Variabel bebas dari penelitian ini adalah pemberian minuman kopi minim kafein kepada sukarelawan. Variabel tergantung pada penelitian ini adalah besarnya  $VO_2max$  dan waktu pemulihan denyut nadi. Sedangkan, variabel kontrol dari penelitian ini adalah usia sukarelawan, IMT, prosedur latihan fisik *Modified Bruce Treadmill Test*. Hasil penelitian dianalisis dengan menggunakan uji statistik parametrik uji T (*T-paired test*), untuk membedakan rata-rata dari suatu sampel yang berpasangan.

Hasil penelitian ini, didapatkan nilai rata-rata  $VO_2max$  berdasarkan waktu kelelahan kelompok kontrol sebesar 31,7407 ml/kg/menit, kelompok perlakuan sebesar 33,7756 ml/kg/menit. Sedangkan  $VO_2max$  berdasarkan denyut nadi kelompok kontrol sebesar 46,9612 ml/kg/menit, kelompok perlakuan sebesar 45,2250 ml/kg/menit (analisa data *T-paired test* dengan derajat kemaknaan 95%). Nilai rata-rata denyut nadi *post-test* kelompok kontrol 135,40 kali/menit, kelompok perlakuan 140,15 kali/menit. Waktu pemulihan denyut nadi didapat jika telah mencapai nilai rata-rata denyut nadi *pretest*, yaitu 85,8 kali/menit, kelompok kontrol mencapai nilai awal pada menit ke-57, sedangkan kelompok perlakuan mencapai nilai awal pada menit ke-52 setelah latihan.

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat rahmat dan karunia yang telah dicurahkan dan dilimpahkan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Minuman Kopi Minim Kafein Terhadap  $VO_2max$  dan Pemulihan Denyut Nadi Setelah Melakukan Treadmill” tanpa suatu hambatan yang berarti. Skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) Fakultas Kedokteran Universitas Jember.

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

1. dr. Enny Suswati, M.Kes selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Jember atas segala fasilitas dan kesempatan yang diberikan selama menempuh pendidikan kedokteran di Universitas Jember;
2. dr. Cholis Abrori, M.Kes., M.Pd. Ked selaku Dosen Pembimbing Utama dan dr. M. Ihwan Narwanto, M.Sc selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, tenaga, dan perhatiannya dalam penulisan skripsi ini;
3. dr. Elly Nurus Sakinah, M.Si dan dr. Ancah Caesarina Novi M., Ph.D selaku dosen penguji yang banyak memberi saran dan masukan membangun dalam penyelesaian skripsi ini;
4. dr. Alif Mardijana, Sp.KJ selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis selama menjadi mahasiswa;
5. Yang tercinta Ayahanda Drs. Prijadi, M.Pd dan Ibunda Enny Rusmiati, S.Pd, atas dukungan moril, materi, doa, dan curahan kasih sayang yang tak akan pernah putus;
6. Eyang kakung Soeminto, Paman Anang Wibowo, SE, Bibi Vera Kristianingrum, Adik Lazuardo Rizqi Ramadhani, Dirgahayu Rizqi Salsabilla, Laluna Rizqi Fabiolla dan Macheda Rizqi Ghaesany beserta seluruh keluarga besar;

7. Saudariku Natasha Amelia, Ariska Nuraida, Dinda Ayu dan Saudaraku Tri Aji Pujo, Yedi Murdanu, Radityo Priambodo yang telah memberikan dukungan dan bantuan sebagai asisten peneliti dalam menyelesaikan skripsi yang berharga ini;
8. Sahabat-sahabatku Fiandra Fatharani dan Varuda Lala Mangestuti, terima kasih atas persahabatan selama ini, curahan kasih sayang, motivasi dan dukungannya dalam segala hal;
9. Adik-adikku tersayang Ronni, Azka, Agra, Ferdi, Welly, Faizah, Syahryan, Antya, Sofie, Faisal, Emma, Irene, Afil, Hafidz, Betha, Lusi, Defriana, Yossi, Frida, dan Chiesa yang telah menyumbangkan waktu dan tenaga sebagai sukarelawan dalam penelitian ini;
10. Analis Laboratorium Farmakologi Fakultas Kedokteran Universitas Jember, Mbak Lilik yang telah membantu dan selalu memberikan dorongan semangat;
11. Sahabat-sahabatku Asti, Adimas, Renno, Vina, Cynthia, Tya, Nastiti, Thalllita, dan Kelompok Tutorial B semester satu 2011 yang telah menjadi keluarga sejak awal menginjakkan kaki di Fakultas Kedokteran;
12. Seluruh angkatan 2011 yang telah berjuang bersama-sama demi gelar Sarjana Kedokteran;
13. Alamamater Fakultas Kedokteran Universitas Jember beserta seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 26 Maret 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....	3
<b>1.4 Manfaat Penelitian</b> .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>2.1 Olahraga</b> .....	5
2.1.1 Masa <i>Recovery</i> .....	6
<b>2.2 Konsumsi Oksigen Maksimal (<math>VO_2max</math>)</b> .....	9
2.2.1 Faktor yang menentukan besarnya $VO_2max$ .....	10
2.2.2 Pengukuran $VO_2max$ .....	12
<b>2.3 Denyut Nadi</b> .....	14
<b>2.4 Bruce Treadmill Test Protocol</b> .....	15
<b>2.5 Kopi</b> .....	16

2.5.1 Kafein.....	18
2.5.2 Efek ergogenik kafein .....	20
2.5.3 Farmakologi kafein .....	21
2.5.4 Efek samping kafein .....	22
<b>2.6 Dekafeinasi Kopi .....</b>	<b>23</b>
2.6.1 Perubahan selama Proses Dekafeinasi Biji Kopi.....	24
2.6.2 Karakteristik Organoleptik Kopi Minim Kafein.....	25
<b>2.7 Desain Penelitian .....</b>	<b>26</b>
<b>2.8 Kerangka Konseptual .....</b>	<b>28</b>
<b>2.9 Hipotesis Penelitian.....</b>	<b>28</b>
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>29</b>
<b>3.1 Jenis Penelitian .....</b>	<b>29</b>
<b>3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....</b>	<b>29</b>
<b>3.3 Populasi dan Sampel Penelitian.....</b>	<b>29</b>
<b>3.4 Variabel Penelitian.....</b>	<b>31</b>
<b>3.5 Definisi Operasional.....</b>	<b>31</b>
<b>3.6 Rancangan Penelitian .....</b>	<b>32</b>
<b>3.7 Bahan dan Alat Penelitian.....</b>	<b>33</b>
<b>3.8 Prosedur Pengambilan dan Analisis Data .....</b>	<b>33</b>
3.8.1 Uji Kelayakan.....	33
3.8.2 Pembagian Kelompok Sukarelawan .....	33
3.8.3 Pengambilan Data .....	34
3.8.4 Analisis Data .....	35
3.8.5 Skema Alur Penelitian.....	36
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>37</b>
<b>4.1 Perbedaan Jumlah Konsumsi Oksigen Maksimal Selama Latihan Fisik yang Intens (<math>VO_{2max}</math>) .....</b>	<b>37</b>
<b>4.2 Perbedaan Denyut Nadi Latihan .....</b>	<b>40</b>
4.2.1 Gambaran Umum Perubahan Denyut Nadi Latihan .....	40

4.2.2 Perbedaan Denyut nadi Latihan pada Kelompok Kontrol dan Kelompok Perlakuan.....	42
<b>4.3 Waktu Pemulihan Denyut Nadi.....</b>	<b>44</b>
<b>4.4 Pembahasan Hasil Penelitian.....</b>	<b>46</b>
4.4.1 Perbedaan Konsumsi Oksigen Maksimal selama Aktifitas Fisik yang Intens ( $VO_2max$ ).....	47
4.4.2 Waktu Pemulihan Denyut Nadi .....	50
<b>BAB 5. SIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>54</b>
5.1 Kesimpulan .....	54
5.2 Saran .....	54
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>56</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>61</b>

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Masa Pemulihan dan Perkiraan Waktu Pemulihan Setelah Latihan .....	8
2.2 Kandungan kafein berbagai pangan sumber kafein .....	17
3.1 <i>The Bruce Treadmill Test Protocol</i> .....	34
4.1 Uji <i>T-test</i> nilai rata-rata $VO_2max$ berdasarkan waktu kelelahan .....	38
4.2 Uji <i>T-test</i> nilai rata-rata $VO_2max$ berdasarkan denyut nadi.....	40
4.3 Uji <i>T-test</i> nilai rata-rata denyut nadi latihan .....	42
4.4 Uji <i>T-test</i> nilai rata-rata denyut nadi sesaat setelah latihan.....	43
4.4 Waktu pemulihan denyut nadi .....	45

**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
2.1 Kerangka Konseptual .....	28
3.1 Skema Rancangan Penelitian .....	32
3.2 Skema Alur Penelitian.....	37
4.1 Grafik nilai $VO_{2max}$ pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan berdasarkan waktu kelelahan .....	39
4.2 Grafik nilai $VO_{2max}$ pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan berdasarkan denyut nadi.....	40
4.3 Grafik Perubahan Denyut Nadi Latihan.....	39
4.4 Grafik nilai rata-rata denyut nadi <i>post-test</i> kelompok kontrol dan kelompok perlakuan .....	43
4.5 Grafik waktu pemulihan denyut nadi kelompok kontrol .....	44
4.6 Grafik waktu pemulihan denyut nadi kelompok perlakuan .....	45

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Karakteristik Sukarelawan .....	61
B. Data Hasil Denyut Nadi Sukarelawan .....	62
C. Data Hasil Penelitian .....	64
C.1 Data $VO_{2max}$ Hasil Percobaan pada Sukarelawan berdasarkan Waktu Kelelahan .....	64
C.2 Data $VO_{2max}$ Hasil Percobaan pada Sukarelawan berdasarkan Denyut Nadi .....	66
D. Hasil Uji Statistik <i>T-Paired Test</i> .....	68
D.1 Uji Statistik $VO_{2max}$ berdasarkan Waktu Kelelahan .....	68
D.2 Uji Statistik $VO_{2max}$ Berdasarkan Denyut Nadi.....	69
D.3 Uji Statistik Denyut Nadi antara Kelompok Kontrol dan Kelompok Perlakuan .....	70
E. Hasil Uji Regresi Linier.....	73
E.1 Hasil Uji Regresi Linier Pemulihan Denyut Nadi Kelompok Kontrol .....	73
E.2 Hasil Uji Regresi Linier Pemulihan Denyut Nadi Kelompok Perlakuan .....	75
F. <i>Informed Consent</i> dan Pertanyaan Penelitian .....	77
E.1 <i>Informed Consent</i> .....	77
E.2 Pertanyaan Penelitian .....	79
G. Foto Penelitian .....	80
H. Keterangan Persetujuan Etik .....	85

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dewasa ini masyarakat melakukan banyak cara untuk mengatasi rasa kantuk dan lelah, karena hal ini dianggap mengganggu kegiatan sehari-hari dan menghambat produktifitas kerja. Salah satu yang membuat kecanduan adalah mengkonsumsi kopi karena dipercaya dapat meningkatkan kebugaran dan performa kerja (Honosutomo, 2007). Kopi merupakan minuman *psikostimulan* yang sering digunakan atlet sebagai suplementasi latihan, berkaitan dengan kandungan zat aktif dalam kopi yang memberikan banyak pengaruh pada manusia, termasuk peningkatan ketahanan saat melakukan aktifitas fisik (Graham, 2011). Penggunaan kafein dalam dosis terapi akan meningkatkan kewaspadaan, mengurangi rasa kantuk dan lelah, mempercepat daya berpikir, namun menurunkan kemampuan untuk melakukan pekerjaan yang membutuhkan koordinasi otot halus (Goldman dan Goldschlager, 1995).

Dalam bidang olahraga, kafein dikonsumsi karena dapat menghemat penggunaan glikogen, hal ini membuat seorang atlet memiliki cadangan energi relatif lebih banyak sehingga daya tahan dan performanya cenderung lebih baik (Bairam, 2007). Pengaruh kafein yang utama pada SSP disebabkan oleh kapasitas kafein sebagai antagonis reseptor *adenosin*. Gugus *methilxantin* yang terdapat pada kafein akan berikatan dengan reseptor *adenosin* di otak dan menyebabkan blokade, akibatnya terjadi peningkatan katekolamin plasma satu jam setelah konsumsi kafein. Katekolamin dalam hal ini adalah epinefrin akan memberikan efek peningkatan frekuensi dan kekuatan denyut jantung (Graham, 2011).

Denyut jantung yang optimal untuk masing-masing individu bervariasi, pada orang dewasa denyut jantung yang normal antara 60-100 bpm. Menurut Bible (2010) jika dilakukan pengukuran setelah melakukan aktifitas fisik, denyut jantung yang optimal dirumuskan 220-Ura dan akan turun berkisar 120 bpm setelah beristirahat 2-5 menit. Jika hasil pengukuran lebih tinggi, menandakan pemulihan pada orang

tersebut lebih lambat dan tingkat kebugarannya rendah (Fletcher, 2001). Sementara, pada orang yang denyut jantungnya lebih rendah saat istirahat, umumnya menunjukkan fungsi jantung yang efisien dan tingkat kebugaran yang lebih baik (Edward, 2000)

Tingkat kebugaran erat kaitannya dengan keadaan kardiorespirasi.  $VO_2max$  merupakan variabel yang sering digunakan untuk mengetahui keadaan kardiorespirasi seseorang, karena pengukuran  $VO_2max$  dapat digunakan untuk menganalisis efek dari suatu program latihan fisik (Uliyandari, 2009). Pengambilan atau konsumsi oksigen maksimal ( $VO_2max$ ) didefinisikan sebagai rasio oksigen tertinggi yang dapat diambil dan digunakan oleh tubuh selama latihan fisik. Pada seseorang yang melakukan latihan fisik,  $VO_2max$  dibatasi oleh kemampuan sistem kardiorespirasi dalam menyalurkan oksigen pada otot yang melakukan latihan (Bassett dan Howley, 2000).

Beberapa penelitian terdahulu telah menjelaskan manfaat senyawa kafein dalam minuman kopi maupun teh hitam terhadap sistem kardiovaskuler. Konsumsi kafein 300-400 mg sehari tergolong aman bahkan masih memberikan efek positif kafein dengan resiko kesehatan yang kecil. Kafein 300 mg setiap hari akan setara dengan 5 cangkir kopi instan, 3 cangkir kopi tubruk murni, 5 gelas teh hitam, atau 10 tablet obat pereda rasa nyeri (Tattie, 2008). Meskipun demikian, penggunaan kafein dengan dosis yang berlebihan atau pada orang yang intoleran dapat menimbulkan efek samping gelisah, gugup, insomnia, tremor, palpitasi dan kejang (FDA, 2007). Sebagai solusi untuk mengatasi masalah tersebut, kini dikembangkan produk kopi minim kafein, yaitu produk kopi yang telah mengalami proses dekafeinasi dengan mengurangi kadar kafein hingga mencapai 0,1-0,3% (Mulato dan Suharyato, 2006).

Berdasarkan uraian diatas, penulis berinisiatif melakukan penelitian mengenai efek protektif kopi minim kafein terhadap sistem kardiovaskuler, karena saat ini hubungan antara konsumsi kopi minim kafein sebelum melakukan aktivitas fisik dengan jumlah konsumsi oksigen maksimal serta pengaruhnya terhadap pemulihan denyut nadi pasca melakukan aktivitas fisik belum peneliti dapatkan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Saat ini penelitian mengenai pengaruh kopi yang telah mengalami proses dekafeinasi terhadap  $VO_2max$  dan pemulihan denyut nadi belum didapatkan secara nyata, Maka pertanyaan penelitian yang dapat diajukan adalah:

Bagaimana pengaruh konsumsi kopi minim kafein terhadap  $VO_2max$  dan waktu pemulihan denyut nadi setelah melakukan aktivitas fisik?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsumsi kopi minim kafein terhadap  $VO_2max$  setelah melakukan aktivitas fisik. Sedangkan tujuan khusus dari penelitian ini adalah:

- a. Mengetahui  $VO_2max$  seseorang yang mengkonsumsi minuman kopi berkafein setelah melakukan aktivitas fisik.
- b. Mengetahui  $VO_2max$  seseorang yang mengkonsumsi minuman kopi minim kafein setelah melakukan aktivitas fisik.
- c. Mengetahui perbedaan  $VO_2max$  seorang yang mengkonsumsi minuman kopi berkafein dengan seorang yang mengkonsumsi minuman kopi minim kafein setelah melakukan aktivitas fisik.
- d. Mengetahui perbedaan waktu pemulihan denyut nadi latihan seorang yang mengkonsumsi minuman kopi minim kafein dengan seorang yang mengkonsumsi minuman kopi berkafein setelah melakukan aktivitas fisik.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

- a. Bagi Peneliti

Penelitian ini dilakukan untuk menambah wawasan peneliti mengenai pengaruh positif konsumsi kopi minim kafein sebelum melakukan aktifitas fisik terhadap  $VO_2max$  dan waktu pemulihan denyut nadi sehingga nantinya bisa digunakan untuk mengedukasi masyarakat peminum kopi agar lebih bijak dalam

mengonsumsi kopi dengan kadar kafein tertentu dan meminimalisir dampak negatif yang ditimbulkan.

b. Bagi Insitusi

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat mendukung pencapaian visi, misi, dan tujuan dari Fakultas Kedokteran Universitas Jember.

c. Bagi Ilmu Pengetahuan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang berguna mengenai manfaat kopi minim kafein terhadap  $VO_2max$  dan waktu pemulihan denyut nadi setelah melakukan aktifitas fisik serta dapat digunakan sebagai bahan pengembangan untuk penelitian berikutnya.

d. Bagi Masyarakat

Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat memberikan masukan kepada masyarakat mengenai manfaat kopi minim kafein terhadap  $VO_2max$  dan waktu pemulihan denyut nadi dalam melaksanakan aktivitas fisik khususnya olahraga.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Olahraga

Tubuh manusia merupakan suatu mesin yang luar biasa di mana aktivitas tubuh yang terkoordinasi sempurna terjadi secara simultan. Peristiwa-peristiwa tubuh ini memungkinkan fungsi kompleks tubuh seperti mendengar, melihat, bernapas serta pengolahan informasi tanpa upaya kesadaran. Apabila seseorang melakukan aktivitas seperti berjalan, dia akan menggeser sistem tubuh dari keadaan istirahat kepada keadaan aktif (Soekarman, 1991).

Jika aktivitas dilakukan beberapa kali, tubuhnya akan beradaptasi terhadap aktivitas tersebut. Aktivitas yang dilakukan tadi disebut aktivitas fisik (Sugiharto, 2011). Aktivitas fisik ini merupakan proses yang rumit dimana pelatih perlu mengawasi perubahan pada subjek setiap menit sewaktu aktivitas. Oleh karena itu, jika seseorang itu ingin menjadi atlet, dia perlu mempunyai tingkat aktivitas fisik yang lebih tinggi dibanding dengan populasi normal (Shetty, 2005).

Perubahan fisiologis yang nyata dapat terjadi dalam tubuh kita apabila aktivitas fisik atau latihan olahraga yang berterusan dilakukan. Oleh karena itu, tanggapan terhadap latihan memiliki dua aspek analog dengan respon tubuh terhadap lingkungan stress. Salah satunya adalah respon jangka pendek yaitu serangan tunggal setelah sesekali olahraga ataupun dapat disebut latihan akut. Aspek kedua adalah respon jangka panjang yaitu setelah olahraga teratur yang mempermudah latihan berikutnya serta meningkatkan kinerjanya. Adaptasi terhadap latihan kronik ini disebut *training* (Willmore et al, 2001).

Respon jangka pendek serta jangka panjang ini memenuhi kebutuhan energi. Kenaikan pesat dalam kebutuhan energi sewaktu latihan memerlukan penyesuaian peredaran darah yang seimbang untuk memenuhi peningkatan kebutuhan oksigen, nutrisi serta mengeliminasi produk akhir metabolisme seperti karbon dioksida dan asam laktat dan membebaskan panas berlebihan. Pergeseran metabolisme tubuh

terjadi melalui kegiatan terkoordinasi dari semua sistem tubuh yaitu neuromuskuler, respiratori, kardiovaskular, metabolik, dan hormonal (Shetty, 2005).

## 2.1.1 Masa Recovery

Masa Recovery adalah waktu yang dibutuhkan otot untuk pemulihan cadangan energi, membuang asam laktat dari darah dan oksigen, sehingga otot siap untuk digunakan kembali dalam latihan fisik berikutnya secara maksimal (Soekarman, 1991).

Cadangan energi yang dapat diganti pada fase pemulihan adalah system phopagen (ATP PC dalam otot) dan glikogen yang terdapat dalam otot dan hati. Cadangan ATP-K dalam tubuh kita sangat sedikit dan habis digunakan kalau kita berlatih sedikit saja. Dalam waktu 30 detik 70 % ATP-PC telah terbentuk kembali, sedangkan dalam waktu 3-5 menit pemulihan itu sudah sempurna pada waktu pemulihan itu diperlukan oksigen, tanpa oksigen pemulihan tidak terjadi (Azwar, 2012).

Kadar oksigen dalam otak maupun hati juga berkurang pada waktu latihan atau pertandingan. Besarnya pengurangan kadar glikogen itu tergantung dari macam latihan. Pada umumnya latihan bersifat ketahanan dan kontinyu menyebabkan pengurangan glikogen yang lebih banyak dibandingkan dengan latihan intermitten (Soekarman, 1991).

Pemulihan glikogen sesudah latihan yang sama dan berat dapat terjadi hal berikut: Dalam waktu 1-2 jam, hanya sedikit sekali terjadi pemulihan glikogen. Untuk pemulihan glikogen diperlukan makan yang mengandung karbohidrat yang tinggi Tanpa makan karbohidrat yang tinggi maka pemulihan oksigen tidak banyak Pemulihan glikogen dengan makan karbohidrat berjalan dengan cepat dalam waktu 10 jam sekitar 60% glikogen yang dapat dipulihkan. Kita mengenal adanya otot cepat dan otot lambat, ternyata bahwa pemulihan glikogen pada otot cepat lebih cepat dibandingkan dengan otot lambat selain tergantung diet atau macamnya otot, pemulihan glikogen juga dipengaruhi oleh latihan yang dikerjakan waktu pemulihan.

Kalau istirahat total maka pemulihan tidak begitu cepat, pemulihan lebih cepat bila berlatih secara kontinyu dan akan lebih cepat lagi kalau berlatih secara intermitten (Bompa, 2009).

Bertambah berat latihan bertambah pula kadar asam laktat dalam otot maupun darah. Dalam keadaan istirahatpun selalu didapatkan asam laktat dalam darah dan kadar ini bertambah berat pada latihan. Asam laktat juga menjadi sebab timbulnya kelelahan. Oleh karena itu, sedapat mungkin kadar asam laktat itu dikembalikan kekeadaan sebelum latihan, yaitu ke kadar yang rendah (Azwar, 2012).

Asam laktat banyak yang terakumulasi dalam tubuh setelah latihan, sebagian laktat akan dibuang lewat keringat natau urine dan sebagian kecil asam laktat dapat diubah kembali menjadi bentuk glikogen dalam hati. Perlu diungkapkan bahwa pembentukan glikogen dalam hati dari asam laktat tidak memegang peranan yang sangat penting dalam pengurangan kadar asam laktat. Pengurangan asam laktat yang terbanyak adalah dengan cara mengubah asam laktat. Hal ini dapat dilakukan oleh otot, otot jantung, ginjal maupun hati (Bompa, 2009).

Pembuangan asam laktat lebih baik kalau kalau seseorang itu berlatih secara kontinyu. Latihan intermitten berfungsi lebih cepat menurunkan kadar laktat dalam darah. Pembuangan asam laktat dalam darah dan otot terjadi 25 menit bila tanpa aktivitas. Pembuangan asam laktat lebih cepat dengan latihan fisik ringan secara kontinyu. Jadi dianjurkan ntuk tetap berlatih yang ringan selama tidak bertanding serta makan-makanan yang mengandung karbohidrat.

Pada otot besar yaitu otot dada, punggung, bahu dan kaki memerlukan waktu pemulihan selama empat puluh delapan jam pasca melakukan aktivitas fisik sedangkan, otot kecil yaitu otot bicep, tricep dan trapesius membutuhkan waktu pemulihan selama dua puluh empat jam pasca melakukan aktivitas fisik. Dimana aktivitas fisik yang dimaksud berupa aktivitas treadmill (American College of Sports Medicine, 2000).

Selain itu, masa recovery otot juga membantu untuk menghindari Rasa sakit otot yang paling umum sebagaimana dimaksud dalam *delayed-onset muscle soreness*

(rasa nyeri pada otot yang tertunda setelah latihan) atau DOM. DOM adalah nyeri otot yang baru terasa satu atau dua hari setelah latihan berat dan biasanya berlangsung selama dua sampai empat hari setelah latihan. Ini adalah hasil dari pembengkakan dan ketegangan pada otot, tetapi bisa juga dari perubahan biokimia dalam otot yang meningkatkan sensitivitas saraf (Hilbert, 2003).

Pemulihan dari latihan jangka pendek, intensitas rendah umumnya lebih cepat. Melihat bahwa denyut jantung, *stroke volume*, dan *cardiac output* semua cepat penurunan kembali ke fase istirahat mengikuti jenis latihannya. Kecepatan pemulihan bervariasi tergantung pada subyeknya. Subyek yang terlatih lebih baik dari pada subyek yang tidak terlatih. Dalam hal ini subyek yang terlatih lebih cepat pemulihannya di banding dengan subyek yang tidak terlatih, karena subyek yang terlatih denyut nadinya tidak mencapai setinggi subyek yang tidak terlatih selama latihan tertentu. Pemulihan latihan jangka panjang jauh lebih lambat, terutama berlaku bila latihan dilakukan dalam keadaan panas kondisi lembab, karena selama peningkatan suhu tubuh, terjadi perlambatan penurunan denyut jantung selama masa perbaikan (Scott, 2007).

Tabel 2.1 Masa Pemulihan dan Perkiraan Waktu Pemulihan Setelah Latihan

Proses pemulihan	Perkiraan waktu pemulihan	
	Minimum	Maksimum
Pemulihan otot (penyimpanan ATP)	2 menit3 menit	5 menit5 menit
Memperbaiki komponen alaktacid	10 hari	46 hari
Pemulihan glikogen dalam otot	15 hari	24 hari
Penyimpanan glikogen di hati	Tidak diketahui	12-24 hari
Memperbaiki asam laktat dari darah dan otot	30 menit	1 hari
Memperbaiki komponen laktacid oksigen	30 menit	1 hari
Pemulihan cadangan olsigen	10-15 detik	1 menit

(*Periodization Theory and Methodology of Training York University Human Kinetic, 2009*)

## 2.2 Konsumsi Oksigen Maksimal ( $VO_2max$ )

$VO_2max$  diartikan sebagai rasio oksigen tertinggi yang dapat diambil dan dikonsumsi oleh tubuh selama latihan yang intens dan dinyatakan dalam milliliter (ml) dari konsumsi oksigen per kilogram (kg) dari berat badan per menit (menit) (ml/kg/menit). Besarnya  $VO_2max$  dianggap sebagai salah satu indikator yang baik dalam menentukan ketahanan aerobik. Ini adalah salah satu variabel utama dalam bidang fisiologi latihan dan sering digunakan untuk menentukan keadaan kardiovaskuler seseorang. Peningkatan  $VO_2max$  adalah metode yang paling sering digunakan untuk menunjukkan efek dari suatu latihan (Basset dan Howley, 2000).

Kesegaran jasmani dapat diukur dengan menentukan kapasitas maksimal volume oksigen yang dapat dipakai ketika melakukan aktivitas fisik.  $VO_2max$  sangat penting untuk performa fisik dan kesehatan pada umumnya karena selama kerja berat, tubuh seseorang membutuhkan 20 kali jumlah oksigen normal. Seseorang dengan stamina yang baik memiliki nilai  $VO_2max$  lebih tinggi, dapat melakukan latihan yang lebih berat, serta mempunyai daya konsentrasi yang lebih tinggi. Nilai  $VO_2max$  sangat dipengaruhi oleh karakteristik fisik, seperti usia, jenis kelamin, tinggi badan, dan berat badan serta kebiasaan melakukan olahraga. Nilai terbesar dari  $VO_2max$  dapat dicapai diantara usia 15-30 tahun dan akan menurun secara progresif seiring dengan bertambahnya usia (Fletcher *et al*, 2001)

Nilai  $VO_2max$  yang lebih rendah pada perempuan disebabkan karena masa otot yang lebih kecil, lebih rendahnya kadar hemoglobin dan volume darah, serta volume sekuncup yang lebih rendah dibandingkan dengan laki-laki. Kebiasaan berolahraga sangat mempengaruhi besar  $VO_2max$ , setelah tirah baring selama tiga minggu akan terdapat penurunan  $VO_2max$  sebanyak 25% pada laki-laki sehat. Pada laki-laki usia muda yang aktif  $VO_2max$  dapat mencapai 12 METs. Individu yang melakukan latihan aerobik seperti lari jarak jauh dapat mencapai  $VO_2max$  sekitar 18-24 METs (60-80 ml/kg/menit) (Fletcher *et al*, 2001). Selain itu, nilai  $VO_2max$  bergantung pada keadaan kardiovaskuler, respirasi, hematologi, dan kemampuan oksidatif dari otot (Noor *et al*, 2013).

Jika seseorang melakukan kerja, semakin berat kerja yang dilakukan, semakin tinggi konsumsi oksigen. Pada awal, jika beban latihan ditambah akan diikuti dengan kenaikan konsumsi oksigen. Ketika beban ditambah terus menerus, tidak diikuti lagi oleh penambahan konsumsi oksigen dan konsumsi oksigen mulai konstan. Jika hal ini digambarkan melalui sebuah kurva, konsumsi oksigen memperlihatkan gambar yang mendatar (*plateau*). Keadaan ini dikatakan penggunaan oksigen sudah maksimal ( $VO_{2max}$ ). Namun hanya sebagian orang yang menunjukkan gambaran mendatar (*plateau*) dalam konsumsi oksigennya walaupun sudah terjadi kelelahan. Jika hal ini terjadi maka konsumsi oksigen tertinggi yang dicapai disebut  $VO_{2peak}$  (Armstrong dan Welsman, 1997).

### 2.2.1 Faktor yang menentukan besarnya $VO_{2max}$

Beberapa faktor fisiologis yang menentukan besarnya  $VO_{2max}$  dapat disebutkan sebagai berikut:

#### a. Fungsi paru

Udara secara bergantian bergerak keluar masuk paru-paru, sehingga dapat terjadi pertukaran udara antara lingkungan eksternal dengan alveolus paru. Pertukaran ini dilaksanakan oleh mekanisme pernapasan atau ventilasi. Kecepatan ventilasi diatur sedemikian rupa, sehingga aliran udara antara lingkungan eksternal dan alveolus disesuaikan dengan kebutuhan metabolik tubuh untuk menyerap  $O_2$  dan mengeluarkan  $CO_2$ .  $O_2$  dan  $CO_2$  dipertukarkan antara udara di alveolus dan darah di dalam kapiler pulmonalis melalui proses difusi (Sherwood, 2001). Ketika seseorang melakukan aktivitas, akan terjadi peningkatan ventilasi. Peningkatan ventilasi ini sebanding dengan peningkatan konsumsi oksigen. Peningkatan ventilasi bertujuan untuk memenuhi kebutuhan oksigen yang meningkat saat melakukan aktivitas fisik (Armstrong dan Welsman, 1997).

Pada keadaan normal,  $VO_{2max}$  merupakan fungsi dari curah jantung maksimal dan perbedaan oksigen arteri-vena maksimal (*maximal arteriovenous oxygen difference*) sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut  $VO_{2max} = \max \text{ Cardiac}$

*Output X max A-V O<sub>2</sub> Diff.* Curah jantung maksimal menunjukkan fungsi jantung, yaitu jumlah darah berperan dalam penghantaran oksigen ke jaringan yang sedang aktif per menit. Selama aktivitas fisik akan terjadi peningkatan *A-V O<sub>2</sub>* karena oksigen darah lebih banyak dilepas ke otot yang sedang bekerja, sehingga oksigen darah vena berkurang. Hal ini menyebabkan pengiriman oksigen ke jaringan naik hingga tiga kali lipat daripada kondisi biasa (Dempsey *et al*, 1986).

Perbedaan oksigen arteri-vena maksimal selama menunjukkan fungsi paru, yaitu derajat oksigen terlarut dalam darah yang digunakan oleh jaringan yang aktif untuk metabolisme energi aerob (Astuti, 2009). Individu yang sudah terlatih memiliki curah jantung yang lebih besar dibandingkan dengan individu yang tidak terlatih, pada individu yang terlatih curah jantung dapat mencapai 40 L/menit sedangkan pada individu yang tidak terlatih curah jantung hanya dapat mencapai sekitar 25 L/menit (Dempsey *et al*, 1986). Pada individu yang sudah terlatih, curah jantung yang sangat tinggi dapat menyebabkan pengurangan waktu untuk darah dalam mengambil oksigen pada paru-paru dan pada akhirnya dapat menyebabkan penurunan saturasi oksigen (Robergs dan Roberts, 1997).

b. Fungsi kardiovaskuler

Curah jantung maksimal merupakan faktor utama yang menyebabkan perbedaan *VO<sub>2max</sub>* pada tiap individu (Hill *et al*, 1924). Pada subyek yang terlatih didapatkan denyut jantung yang lebih rendah pada aktivitas submaksimal sejalan dengan peningkatan volume sekuncup. Penelitian menggunakan sukarelawan pria dan wanita pada usia yang sama menunjukkan variasi volume sekuncup maksimal, peningkatan denyut jantung dan ekstraksi oksigen sistemik. Pada aktivitas fisik yang maksimal, hampir seluruh oksigen yang tersedia diekstraksi dari darah dan diperfusi ke otot yang aktif.

Darah arteri mengandung oksigen sejumlah 200 ml O<sub>2</sub>/L, sedangkan darah vena akan mengalami penurunan hingga mencapai sekitar 20 sampai 30 ml O<sub>2</sub>/L. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat sedikit oksigen yang tersisa untuk diekstraksi keluar dari darah selama aktivitas fisik yang berat. Mekanisme utama dalam peningkatan

$VO_2max$  dengan aktivitas fisik adalah peningkatan aliran darah. Peningkatan  $VO_2max$  yang disebabkan karena melakukan aktivitas fisik lebih dipengaruhi oleh peningkatan curah jantung maksimal dibandingkan dengan *systemic A-V O<sub>2</sub> difference* (Basset dan Howley, 2000).

c. Kapasitas pengangkutan oksigen

Sel darah merah mengandung hemoglobin yang berfungsi mengikat oksigen dan berperan dalam proses penghantaran oksigen ke seluruh tubuh. Untuk meningkatkan penyaluran oksigen ke otot yang sedang aktif bekerja dapat dilakukan dengan merubah konsentrasi hemoglobin dalam darah. Pada sebuah penelitian dengan menggunakan *dopping* darah dapat meningkatkan  $VO_2max$  4-9%. Penelitian ini hanya ditujukan untuk mengetahui hubungan antara peningkatan jumlah sel darah merah dengan peningkatan  $VO_2max$  (Gledhill, 1982).

d. Komposisi tubuh

Perbedaan komposisi tubuh menyebabkan perbedaan jumlah konsumsi oksigen maksimal. Tubuh dengan jumlah lemak yang tinggi akan menambah berat badan seseorang dan cenderung mengurangi  $VO_2max$  (Astuti, 2009).

e. Otot skeletal

Peningkatan aliran darah secara sederhana ke otot tidak dapat secara langsung menyebabkan peningkatan  $VO_2max$ . Otot ini juga harus mengalami kontraksi secara aktif agar mitokondria mengkonsumsi oksigen. Sehingga harus terdapat interaksi yang berkesinambungan antara distribusi oksigen dan konsumsi oksigen oleh mitokondria (Honig *et al*, 1992). Pada serabut otot, mitokondria merupakan tempat dimana oksigen dikonsumsi pada langkah akhir dari rantai penghantaran elektron.

### 2.2.2 Pengukuran $VO_2max$

Penentuan nilai dari  $VO_2max$  telah diakui sebagai indeks terbaik pada kapasitas aerobik seseorang. Kebugaran kardiorespirasi dapat dinilai dengan berbagai teknik, baik secara langsung maupun tidak langsung. Kebugaran kardiorespirasi dapat diukur secara langsung dalam laboratorium atau secara tidak langsung dengan

diprediksi menggunakan berbagai metode. Berikut ini terdapat beberapa metode untuk mengukur besarnya  $VO_2max$  :

a. Step Test

Pada tes ini sukarelawan diminta melangkah ke atas dan ke bawah pada bangku dengan standar tinggi, irama dan jangka waktu tertentu yang telah ditetapkan. Setelah tes berakhir, akan dilakukan pengukuran terhadap denyut nadi radialis untuk memprediksi nilai  $VO_2max$  dan masa pemulihan denyut nadi. Kemudian didapatkan nilai  $VO_2max$  dengan menggunakan perhitungan rumus.

Tes ini mudah dilakukan dan tidak membutuhkan biaya yang besar, namun beban kerja yang tepat sulit untuk didapatkan karena dipengaruhi oleh beberapa faktor termasuk tinggi badan seseorang. Dengan tinggi bangku yang sama, sukarelawan dengan tinggi tubuh yang lebih rendah akan cepat mengalami kelelahan dibandingkan dengan sukarelawan yang memiliki tubuh yang lebih tinggi. Hal ini dapat menyebabkan kurang akuratnya penentuan  $VO_2max$ . Namun *step test* cocok digunakan untuk *screening* dengan jumlah populasi yang besar. Beberapa variasi dari *step test* adalah (1) *Harvard Step Test*, (2) *Queen's College Step Test*, (3) *Turtle Step Test*, (4) *Ohio Step Test*, (5) *YMCA Step Test*, dan (6) *Tecumseh Step Test*.

b. Field Test

Tes ini mudah dilakukan dan tidak memerlukan alat khusus. Pada tes ini, sukarelawan diminta untuk melakukan suatu latihan dengan jarak tertentu atau melakukan latihan menurut waktu yang ditetapkan untuk memprediksi kebugaran kardiorespirasi. Tes ini umumnya menuntut upaya maksimal untuk memperoleh hasil terbaik dalam menentukan kebugaran kardiorespirasi. Tes yang dilakukan meliputi berjalan, berjalan dan berlari, berlari, bersepeda, berenang. Beberapa variasi dari tes ini adalah (1) *12 minute run*, (2) *1,5 mile run*, (3) *2,4 km run test*.

c. Ergocycle

*Ergocycle* adalah sepeda yang dirancang untuk tes kebugaran dengan memberikan pembebanan pada kayuhannya. Berat beban tersebut bersatuan kpm. *Ergocycle* terdapat dalam bentuk mekanik maupun elektrik serta dapat digunakan

dalam posisi tegak lurus maupun supinasi. Dapat digunakan EKG untuk merekan beban kerja, pengukuran tekanan darah sukarelawan dilakukan pada awal dan akhir pembebanan

d. Treadmill Test

Keuntungan dari digunakannya tes ini adalah nilai beban yang konstan, kemudahan dalam pengaturan beban kerja yang diinginkan, dan mudah dilakukan. Beberapa variasi dari *treadmill test* adalah (1) Metode Mitchell, Sproule, dan Chapman, (2) Metode Saltin-Astrand, (3) Metode OSU, (4) *Bruce Treadmill Test Protocol*, (5) Modifikasi *Bruce Test*, (6) Metode Balke.

Protokol *treadmill* yang sering digunakan adalah protokol *Balke* dan protokol *Bruce* (Brown, 2009). Protokol tersebut mengatur tentang kecepatan, durasi dan kemiringan *treadmill*. Pada protokol *Bruce*, kecepatan dan kemiringan dari *treadmill* dinaikkan setiap tiga menit. Sedangkan pada protokol *Balke* menggunakan kecepatan konstan dan kemiringan dinaikkan setiap dua menit (Brown, 2009).

### 2.3 Denyut Nadi

Denyut nadi menggambarkan kontraksi ventrikel kiri jantung meskipun kadang kontraksi ventrikel kiri gagal menimbulkan denyut nadi. Faktor yang mempengaruhi frekuensi denyut nadi adalah posisi tubuh dan pengaturan sistem saraf. Dua bunyi jantung sebanding dengan satu kali denyut nadi (Bible, 2010). Denyut jantung adalah jumlah denyutan jantung persatuan waktu, umumnya dinyatakan dalam satuan bpm (beats per minute). Kecepatan denyut jantung ditentukan oleh kecepatan SA node sebagai pemacu jantung. Saat istirahat kecepatan sinyal listrik SA node berlangsung lambat, namun saat aktifitas fisik dan emosi meningkat kecepatan sinyal SA node juga akan meningkat, sehingga denyut jantung menjadi lebih cepat (Edward, 2000).

Frekuensi denyut jantung dipengaruhi oleh kebutuhan aliran darah, sistem baroreseptor dan sistem kemoreseptor. Perubahan tekanan arteri yang cepat merangsang sistem baroreseptor sehingga menimbulkan respon menurunkan

frekuensi denyut jantung dan denyut nadi. Sistem kemoreseptor menerima rangsang berupa kadar oksigen, kadar karbon dioksida dan ion hidrogen dalam darah. Frekuensi denyut nadi dapat diukur dengan cara menekan arteri radialis menggunakan ujung jari telunjuk dan jari tengah hingga terdeteksi pulsasi yang maksimal. Frekuensi denyut nadi diukur selama satu menit (Bickley Lynn S., 2007).

Denyut nadi dalam olahraga atau aktifitas fisik yang dilakukan sampai kelelahan disebut juga denyut nadi maksimal (*maximal heart rate/MHR*). MHR merupakan batas kemampuan seseorang untuk melakukan aktifitas normal, artinya bila seseorang melakukan suatu aktifitas normal yang memacu denyut jantung dan apabila denyut nadi yang diukur telah melebihi MHR sebaiknya segera istirahat, oleh karena jika diteruskan dapat menyebabkan kram jantung. Secara tradisional untuk menentukan denyut nadi maksimal digunakan rumus  $220 - \text{Usia}$  (Joko, 2013).

Rumus Tanaka untuk denyut jantung maksimal dikembangkan berdasarkan studi ribuan subjek, dapat digunakan untuk semua umur dan kelompok gender, dan dianggap lebih akurat daripada rumus klasik.  $MHR = 208 - (0,7 \times \text{Usia})$ .

Penelitian yang dilakukan Marta Gulati dkk. (2010) mengidentifikasi bahwa perhitungan berbasis tradisional lebih condong untuk lelaki, *overestimates* terhadap detak jantung maksimum untuk usia pada wanita. Penelitian mencari hubungan antara respon heart rate untuk latihan pengujian dan usia dengan 5437 wanita. Ditemukan bahwa laju jantung puncak pada wanita =  $206 - (0,88 \times \text{Usia})$ .

#### **2.4 Bruce Treadmill Test Protocol**

*Bruce Treadmill Test Protocol* sering digunakan untuk mengevaluasi keadaan jantung seseorang dan sering digunakan untuk menilai pasien dengan kelainan jantung. Saat ini *Bruce Treadmill Test Protocol* menjadi tes yang paling baik untuk menentukan  $VO_2max$  atlet maupun nonatlet. Tes ini juga sering digunakan pada anak-anak maupun lansia. *Bruce Treadmill Test Protocol* merupakan latihan maksimal dimana para subyek bekerja untuk mencapai kelelahan dengan dilakukan peningkatan terhadap kecepatan dan kemiringan setiap tiga menit. Lamanya waktu

hingga tercapai kelelahan digunakan untuk menentukan nilai  $VO_2max$  dengan menggunakan rumus berikut:

a. Untuk laki-laki :

$$VO_2max = 14,8 - (1,379 \times T) + (0,451 \times T^2) - (0,012 \times T^3)$$

b. Untuk perempuan :

$$VO_2max = 4,38 \times T - 3,9$$

T adalah waktu selama melakukan *treadmill* sampai terjadi kelelahan, contoh apabila didapatkan waktu 9 menit 30 detik maka ditulis  $T=9,5$ .

Pengukuran  $VO_2max$  juga dapat dilakukan dengan mengukur denyut nadi sesaat setelah latihan kemudian dimasukkan ke dalam rumus berikut.

a. Untuk laki-laki :

$$VO_2max = 111,33 - (0,42 \times DN)$$

b. Untuk perempuan :

$$VO_2max = 65,81 - (0,1847 \times DN)$$

## 2.5 Kopi

Kopi merupakan bahan pangan yang berasal dari proses pengolahan dan ekstraksi biji kopi. Kopi dapat digolongkan sebagai minuman *psikostimulan* yang menyebabkan seorang tetap terjaga, sehingga kopi menjadi minuman favorit terutama bagi kaum pekerja dan mahasiswa (Saputra E, 2008).

Secara umum, kopi dibedakan menjadi enam jenis olahan, yaitu biji kopi (*bean*), bubuk kopi (*powder*), kopi rendah kafein (*decaffeinated*), kopi instan (*granular*), kopi mix, dan kopi siap minum. Beberapa contoh produk kopi bubuk yang mudah ditemui di masyarakat antara lain Kapal Api, Torabika, Kopi Cap Piala, Kopi Cap Liong Bulan, Kopi Cap Singa, Kopi Cap Ayam Merak. Salah satu produk kopi instan yang sering ditemui antara lain Nescafe Classic dan Torabika 3in1. Kopi instan yaitu kopi yang telah diolah menjadi kopi yang larut tanpa sisa atau endapan bila diseduh (Tarwotjo CS, 1998). Kopi instan mempunyai kandungan kafein sebesar 80 mg per sachet kopi dalam 150 mL air (Dollemore D, Giuliucci M, 2001).

Tabel 2.2 Tabel kandungan kafein berbagai pangan sumber kafein

<b>Jenis Pangan</b>	<b>Produk Pangan</b>	<b>Ukuran</b>	<b>Kandungan Kafein (mg)</b>
Kopi	Kopi murni	250 ml	150-240
	Kopi instan	250 ml	80-120
	Kopi dekafeinasi	250 ml	2-6
	Kopi espresso	250 ml	105-110
	Es krim kopi	30 g	40-60
Teh	Teh	150 ml	40-80
	Teh hijau	240 ml	25-40
	Teh hitam	240 ml	40-70
	Es teh	240 ml	9-50
Minuman ringan	Coca cola	355 ml	64
	Coca cola classic	355 ml	35
	Coca cola diet	355 ml	45
	Pepsi cola	355 ml	38
	Pepsi diet	355 ml	36
Cokelat	Cokelat murni	250 ml	30-60
	Minuman cokelat	240 ml	3-32
	Susu cokelat	250 ml	2-7
	Cokelat susu bara	55 g	3-20
	Cokelat bara	55 g	40-50
	Brownies cokelat	35 g	8
	Es krim cokelat	50 g	2-5
	Cookies cokelat	30 g	3-5
Minuman berenergi	<i>Red bull</i>	250 ml	80
	Merk lain	250 ml	50-80

(Sumber: a. ADF (2011) b. Kovacs B (2011) c. FDA (2007) d. IFIC (2008)

*Food and Drug Administration* (FDA) dan *American Medical Association* (AMA) menyatakan bahwa asupan moderat kafein diakui sebagai asupan yang aman. Berikut klasifikasi asupan kafein (Kovacs B, 2011): Asupan rendah sampai moderat: 130 mg-300 mg perhari . Asupan moderat: 200 mg-300 mg per hari. Dosis tinggi: > 400 mg per hari. Konsumsi kafein yang berbahaya: 6000 mg per hari.

*International Food Information Council Foundation* (IFIC) menyatakan bahwa batas aman konsumsi kafein yang masuk ke dalam tubuh perharinya adalah 100-150 mg atau 1,73 mg/kgBB, sedangkan untuk anak-anak dibawah 14-22 mg. Dengan jumlah ini, tubuh sudah mengalami peningkatan aktivitas yang cukup untuk membuatnya tetap terjaga (IFIC, 2007). Sebuah studi menunjukkan bahwa 100-200 mg kafein (1-2,5 cangkir kopi) setiap hari adalah batas aman yang dianjurkan oleh beberapa dokter, Konsumsi kafein dalam dosis rendah memang terbukti memberikan manfaat, dikatakan bahwa 12,5-100 mg kafein dapat memberikan efek positif dan jarang menimbulkan efek samping. (Smit dan Rogers, 2005). Namun jumlah tersebut berbeda setiap individu dan para ahli sepakat bahwa 600 mg kafein (4-7 cangkir kopi) atau lebih setiap harinya adalah jumlah yang terlalu banyak karena overdosis kafein berbahaya dan dapat membunuh (FDA, 2007).

### 2.5.1 Kafein

Kandungan utama kopi adalah kafein. Kafeina, atau kafein ialah senyawa *Alkaloid xantina* berbentuk kristal berwarna putih dan berasa pahit merupakan zat paling populer digunakan sebagai perangsang psikoaktif yang juga menyebabkan efek diuretik ringan (Graham, 2011). Kafein adalah zat yang memberikan cita rasa nikmat pada kopi dan kadarnya bervariasi pada masing-masing jenis kopi. Kopi yang paling banyak diproduksi adalah jenis Arabica dan Robusta, dan pemilihan jenis kopi oleh konsumen sangat bergantung pada selera masing-masing individu (Honosutomo, 2007).

Kafein ialah alkaloid yang tergolong dalam keluarga methylxanthine bersama sama senyawa theofilin dan theobromin, berlaku sebagai perangsang sistem saraf

pusat. Pada keadaan asal, kafein ialah serbuk putih yang pahit (Phytomedical Technologies, 2006) dengan rumus kimianya  $C_8H_{10}N_4O_2$ , dan struktur kimianya 1,3,7-trimetilxantin 2,6 dioksilpurin (Farmakologi UI, 1995).

Kafein ialah senyawa kimia yang dijumpai secara alami di didalam makanan contohnya biji kopi, teh, biji kelapa, buah kola (cola nitide) guarana, dan mate. Teh adalah sumber kafein yang lain, dan mengandung setengah dari kafein yang dikandung kopi. Beberapa tipe teh yaitu teh hitam mengandung lebih banyak kafein dibandingkan jenis teh yang lain. Teh mengandung sedikit jumlah teobromine dan sedikit lebih tinggi theofilin dari kopi. Kafein juga merupakan bahan yang dipakai untuk ramuan minuman non alkohol seperti cola, yang semula dibuat dari kacang kola. Soft drinks khususnya terdiri dari 10-50 miligram kafein. Coklat terbuat dari kokoa mengandung sedikit kafein. Efek stimulan yang lemah dari coklat dapat merupakan kombinasi dari theobromin dan theofilin sebagai kafein (Casal et al., 2000).

Efek jangka Pendek Kafein mencapai jaringan dalam waktu lima menit dan tahap puncak mencapai darah dalam waktu 50 menit, frekuensi pernafasan ; urin ; asam lemak dalam darah ; asam lambung bertambah disertai peningkatan tekanan darah. Kafein juga dapat merangsang otak (7,5-150 mg) dapat meningkatkan aktifitas neural dalam otak serta mengurangi kelelahan), dan dapat memperlambat waktu tidur (Drug Facts Comparisons, 2001). Kafein mempunyai efek relaksasi otot polos , terutama otot polos bronchus, merangsang susunan saraf pusat, otot jantung, dan meningkatkan diuresis. Efek lain kafein pada organ adalah sebagai berikut:

Jantung, kadar rendah kafein dalam plasma akan menurunkan denyut jantung, sebaliknya kadar kafein dan teofilin yang lebih tinggi menyebabkan tachicardi, bahkan pada individu yang sensitif mungkin menyebabkan aritmia yang berdampak kepada kontraksi ventrikel yang premature.

Pembuluh darah, kafein menyebabkan dilatasi pembuluh darah termasuk pembuluh darah koroner dan pulmonal, karena efek langsung pada otot pembuluh darah

Sirkulasi Otak, Resistensi pembuluh darah otak naik disertai pengurangan aliran darah dan PO<sub>2</sub> di otak, ini diduga merupakan refleksi adanya blokade adenosine oleh Xantin (Farmakologi UI, 1995).

### 2.5.2 Efek Ergogenik Kafein

Kafein mempunyai efek ergogenik yang dapat meningkatkan performa atlet, terutama untuk meningkatkan ketahanan aerobik dan meningkatkan kemampuan repetisi pada latihan otot, tetapi tidak mempunyai efek pada kekuatan maksimal otot bila diminum sebelum latihan (Adrian, 2013). Teori paling populer dari efek ergogenik kafein terhadap performa tubuh disebabkan oleh dua mekanisme utama (1) Kafein dapat meningkatkan proses penyerapan dan pelepasan ion kalsium dalam sel otot ; (2) Kafein dapat menstimulasi pengeluaran asam lemak dari jaringan adiposa. Mekanisme pertama mampu meningkatkan performa latihan pada olahraga intensitas tinggi berdurasi singkat dengan meningkatkan kekuatan serta efisiensi kontraksi otot, sedangkan mekanisme kedua dapat meningkatkan endurans dalam olahraga berdurasi panjang karena pemakaian asam lemak dapat menghemat penggunaan glikogen otot dan glikogen hati pada tahap awal saat olahraga baru berlangsung. Penghematan glikogen membuat seorang atlet memiliki cadangan energi relatif lebih banyak sehingga daya tahan dan performanya cenderung lebih baik (Bairam, 2007).

Kafein dapat meningkatkan terjadinya oksidasi sel lemak sehingga lebih mudah terjadi kehilangan berat badan dan lemak (weight and fat loss) pada olahragawan sekaligus mengurangi rasa lelah (Sugiharto, 2011). The Australian Institute of Sport menemukan bahwa kafein dapat merangsang otot menggunakan lemak sebagai bahan dasar. Kafein juga banyak digunakan para atlet olahraga daya tahan seperti marathon dan sepeda jarak jauh untuk mendapat energi ekstra selama pertandingan. Studi lain di University of Pittsburg juga menemukan hasil serupa, bahwa kafein memiliki kemampuan untuk melepaskan lemak dari jaringan adiposa sehingga lebih mudah dibakar. Menurut Bosquet (2010) konsumsi kafein dibanding

konsumsi placebo sebelum latihan menghasilkan peningkatan pembakaran lemak tubuh 145mg/mol banding 120mg/mol, serta rata-rata kemampuan daya tahan atlet endurans meningkat dari 123 menit menjadi 131 menit.

Kafein akan terus memberikan pengaruh dalam tubuh selama belum diekskresi. Waktu yang dibutuhkan untuk mengeliminasi setengah dari total kafein pada orang dewasa yang tidak merokok rata-rata 3-4jam (Erowid, 2014). Oleh karena itu Komite Olimpiade Internasional (2004) menentukan batas maksimal kafein di urine atlet tidak boleh melebihi 12 mikrogram/ml urine. Hal ini dapat terjadi bila mengkonsumsi kopi sebanyak 4-7 cangkir (600-800 mg kafein) 30 menit sebelum bertanding atau 1000-1400 mg kafein empat jam sebelum latihan.

### 2.5.3 Farmakologi Kafein

Menurut Brain (2014) kafein diabsorpsi setelah pemberian oral, rektal dan parenteral, didistribusikan keseluruh tubuh dengan volume distribusi 400-600 ml/Kg dengan waktu paruh plasma tiga jam. Dalam keadaan perut kosong sediaan kafein bentuk cair dapat menghasilkan kadar puncak plasma setelah satu jam pemberian oral. Bioavailabilitas secara oral hampir 100%, makanan dapat memperlambat absorpsi, namun tidak membatasi jumlah yang terabsorpsi. Kafein terdistribusi ke seluruh tubuh dengan volume distribusi 0,58l/kg dan berikatan dengan protein plasma sekitar 35%.

Takaran 200-600 mg kafein ( 3-5 mg/kg berat badan atau setara dengan 2-3 cangkir kopi) yang di minum 30 sampai 45 menit sebelum latihan adalah takaran dalam batas aman bagi atlet. Kafein diabsorpsi secara cepat melalui usus ke pembuluh darah dan membutuhkan waktu 20-50 menit untuk mencapai kadar puncak plasma. Tingkat kafein dalam darah yang mencapai otak akan menunjukkan besarnya efek yang ditimbulkan pada tubuh. Normalnya SSP dirangsang dalam waktu 40-60 menit (Erowid, 2014).

Kafein berpengaruh terhadap fisiologi tubuh yaitu terhadap sistem saraf pusat dan kardiovaskuler. Kafein dapat mempengaruhi SSP dengan cara menghambat

aktivitas enzim *phospatdiesterase*, memblok reseptor GABA-a, dan mobilisasi kalsium intraseluler (Drug Facts Comparisons, 2001). Akan tetapi pengaruh kafein yang paling utama pada SSP disebabkan oleh kapasitas kafein sebagai antagonis reseptor *adenosin*. Gugus *methilxantin* yang terdapat pada kafein akan berikatan dengan reseptor *adenosin* di otak dan menyebabkan blokade. Akibatnya terjadi peningkatan katekolamin plasma satu jam setelah konsumsi kafein. Katekolamin dalam hal ini adalah epinefrin akan memberikan efek peningkatan frekuensi dan kekuatan denyut jantung (Graham, 2011).

Kafein hampir seluruhnya dimetabolisme oleh tubuh di hati dalam bentuk *Asam Metilurat*, hanya 3% yang diekskresikan dalam bentuk yang tidak berubah melalui urin (Bairam, 2007). Proses utama metabolisme pada manusia (70-80%) adalah melalui N-3 demethylation menjadi paraxanthine atau 1,7-dimethylxantine (17X). Bentuk metabolit lainnya antara lain: theobromin (7-8%), theophylline (7-8%) dan trimethyluric acid (15%). Enzim CYP1A bertanggung jawab pada 95% dari metabolisme kafein. Waktu paruh kafein dalam tubuh, yaitu 1,9-12,2 jam pada dewasa dan 40-231 jam pada neonatus (Susprawita, 2004).

#### 2.5.4 Efek Samping Kafein

Kafein mencapai jaringan dalam waktu lima menit dan tahap puncak mencapai darah dalam waktu 50 menit, frekuensi pernafasan ; urin, asam lemak dalam darah ; asam lambung bertambah disertai peningkatan tekanan darah. Kafein juga dapat merangsang otak (7,5-150mg) dapat meningkatkan aktifitas neural dalam otak serta mengurangi kelelahan dan dapat memperlambat waktu tidur. Efek samping seperti rasa gelisah, nafsu makan menurun, mual atau muntah, sakit kepala, tidak dapat tidur (insomnia), gangguan lambung dan saluran pencernaan, peningkatan frekuensi jantung (takikardi) dan gangguan saluran kemih akan hilang paling lambat dalam waktu empat puluh delapan jam setelah pemberian oral kafein dalam bentuk minuman kopi (Halvorsen, 2005). Pemakaian lebih dari 650 mg dapat menyebabkan insomnia kronik, gelisah, dan ulkus. Efek lain dapat meningkatkan denyut jantung

dan beresiko terhadap penumpukan kolesterol, menyebabkan kecacatan pada anak yang dilahirkan (Anthony, 2005).

Dalam DSM-5 disebutkan diagnosis mengenai seorang yang telah mengalami intoksikasi kafein, yaitu muncul lima atau lebih reaksi alergi setelah mengkonsumsi kafein selama 24-72 jam terakhir (Ted, 2015). The American Journal of Clinical Nutrition menyebutkan 20 reaksi alergi yang paling sering muncul pada kelompok orang yang intoleran terhadap kafein, antara lain (1) Sakit kepala atau migrain, (2) Insomnia, (3) Sulit berkonsentrasi, (4) Pembengkakan lidah, tonsil maupun kerongkongan, (5) Peningkatan denyut jantung disertai palpitasi dan aritmia, (6) Kelelahan, (7) Pusing, (8) Gelisah, serangan panik dan agitasi, (9) Nyeri dada, (10) Depresi, (11) Rasa kebas pada wajah dan ekstremitas, (12) Nyeri otot, (13) Nafas dangkal, (14) Halusinasi dan delusi, (15) Flu-like symptom, (16) Gangguan penglihatan, (17) Keringat dingin, (18) Emosi tidak stabil, iritatif dan gangguan mood, (19) Nyeri perut, kembung, mual bahkan muntah, (20) Henti jantung.

## **2.6 Dekafeinasi Kopi**

Untuk mengatasi berbagai masalah kesehatan karena efek yang ditimbulkan oleh kafein yang terdapat pada biji kopi maka digunakan proses dekafeinasi terhadap biji kopi. Dekafeinasi merupakan proses pengurangan kandungan kafein di dalam suatu bahan pertanian. Dekafeinasi biji kopi biasanya dilakukan sebelum proses penyangraian dan kopi bubuk dapat dinyatakan terdekafeinasi jika telah memiliki kadar kafein antara 0,1-0,3% (Mulato dan Suharyanto, 2006).

Pada industri pangan, proses dekafeinasi dapat dilakukan dengan pelarut air, organik dan anorganik. Daya larut kafein dalam pelarut sintetik relatif tinggi namun dengan alasan harga, potensi polusi lingkungan dan pengaruh negatif terhadap kesehatan menyebabkan penggunaan pelarut sintetik harus diperhatikan. Proses dekafeinasi dapat dilakukan menggunakan pelarut organik seperti metilen klorida, 1,2-diklor etana, asam karboksilat, 5-hidroksi triptamida, mono-diester gliserol triasetat, asam asetat, asam etilen, PE, n-heksan dan flouronasi-HC. Sedangkan proses

dekafeinasi dengan pelarut organik dilakukan dengan menggunakan CO<sub>2</sub> cair, gas NO<sub>2</sub> serta gabungan CO<sub>2</sub> cair dengan air.

Dekafeinasi biji kopi umumnya dilakukan dengan proses pengukusan (*steaming*) dan pelarutan (*percolating*) didalam reaktor kolom tunggal dengan pelarut air pada suhu 100°C. Karena rata-rata hasil ekstraksi cukup tinggi, kafein yang diperoleh lebih murni dan penggunaan panas lebih rendah. Rasio berat biji kopi dan pelarut air di dalam reaktor adalah 1:2 selama enam jam. Proses dekafeinasi dilakukan dalam dua tahap, tahap pertama adalah pengukusan biji kopi dalam kolom pada suhu 100°C selama beberapa menit. Tahap berikutnya adalah pelarutan kafein di dalam biji kopi yang telah mengembang dengan menyemprotkan pelarut air pada tumpukan biji kopi, dan sirkulasi pelarut dijaga secara kontinyu (Winarno, 2004).

#### 2.6.1 Perubahan selama Proses Dekafeinasi Biji Kopi

Pengembangan volume biji terjadi akibat energi panas mampu memanaskan air mencapai titik didihnya, sehingga molekul air bergerak cepat dalam bentuk uap air bebas menembus tumpukan dan memanaskan permukaan biji sehingga panas yang merambat ke dalam jaringan biji menyebabkan sel-selnya berekspansi karena tekanan uap air dan senyawa gas volatile yang ada dalam sel. Selain itu, adanya korelasi positif dengan peningkatan kadar air dalam biji kopi. Ekspansi menyebabkan ukuran sel-sel bertambah besar, sekaligus mengakibatkan meningkatnya porositas antar satu sel dengan sel yang lainnya. Pori-pori jaringan biji kopi menjadi terbuka dan dimanfaatkan oleh air masuk kedalamnya. Molekul air masuk kedalam biji kopi menggunakan cara difusi dan kemudian menerobos dinding sel di dalam jaringan biji menyebabkan molekul air terperangkap di dalam sel (Kenneth, 2001).

Perubahan warna terjadi akibat beberapa senyawa organik dalam biji kopi yang labil terhadap panas mengalami aktivitas reaksi kimiawi atau terdegradasi menjadi senyawa lain. Secara *visual* permukaan biji kopi yang semula berwarna cerah berubah warna menjadi kecoklatan. Hal ini disebabkan oleh terjadinya reaksi *mailard* yang melibatkan senyawa gugus karbonil (gula reduksi) dan bergugus amino (asam

amino). Reaksi ini termasuk reaksi *browning* non enzimatis yang menghasilkan senyawa kompleks dengan berat molekul tinggi (Winarno, 2004).

#### 2.6.2 Karakteristik Organoleptik Kopi Minim Kafein

Proses dekafeinasi komersial umumnya menggunakan prinsip pelarutan yang konsekuensinya bahwa selain kafein ada senyawa lain yang hilang dan mempengaruhi perubahan cita rasa serta aroma biji kopi.

Cita rasa dan aroma seduhan kopi secara keseluruhan akan dipengaruhi oleh rasa asam. Secara umum, rasa asam akan timbul akibat proses donasi ion positif hidrogen yang dilepas oleh senyawa asam dalam seduhan kopi dan diterima sensori lidah. Nilai keasaman atau pH biji kopi sangat dipengaruhi oleh kandungan senyawa asam *volatil* dan *non volatil*. Senyawa asam *volatil* seperti asam asetat, biturat, propionat dan valerat mempunyai titik didih rendah sehingga akan mudah menguap pada suhu dekafeinasi yang mencapai 100°C. Sedangkan senyawa *non volatil* yang terdiri dari asam klorogenat, oksalat, malat, sitrat dan tartrat akan terurai membentuk senyawa lain (Charley dan Waever, 1998). Asam klorogenat akan terurai menjadi asam kuintat dan larut dalam air. Dengan demikian nilai pH biji kopi akan cenderung naik setelah proses dekafeinasi.

Rasa pahit yang berlebihan memang memberikan sensasi yang kurang baik pada kopi, sebaliknya jika sensasi rasa ini berkurang secara berlebihan cita rasa dan aroma kopi secara keseluruhan juga akan turun. Makin rendahnya nilai sensoris kepahitan berhubungan dengan makin rendahnya kandungan kafein, asam klorogenat dan trigonelin dalam biji kopi. Cita rasa optimum didapatkan dengan mempertahankan kandungan trigonelin dalam biji kopi sebesar 1%. Pada suhu penyangraian 200°C menyebabkan senyawa trigonelin terurai menjadi senyawa alkil-piridin dan pirol. Senyawa piridin bersifat *volatil* dan diketahui mempunyai peran penting dalam pembentukan aroma roasty yang khas (Barbara, 2000). Berkurangnya senyawa trigonelin selama proses dekafeinasi karena terlarut dalam air telah

mengurangi jumlah senyawa piridin dan pada akhirnya menurunkan cita rasa kopi secara menyeluruh (Kenneth, 2001).

## 2.7 Desain Penelitian

Pada penelitian klinis, terdapat pembagian kelompok yaitu kelompok kontrol yang tidak mendapat perlakuan dan kelompok perlakuan. Dalam memilih kelompok, dapat dilakukan secara acak untuk memberikan kesempatan kepada setiap sukarelawan untuk masuk ke kelompok manapun. Agar dapat melakukan perbandingan yang memenuhi syarat dan memperoleh hasil yang dapat dipercaya, perlu disusun rancangan atau desain penelitian yang sesuai. Dengan adanya desain ini diharapkan dapat menjamin kelompok-kelompok yang lebih sebanding dalam diagnostik maupun antisipasi prognostiknya. Di samping itu, dengan adanya desain ini diharapkan adanya jaminan pengukuran yang lebih obyektif dari kelompok tersebut. Untuk memperoleh kelompok yang sebanding dapat dilakukan dengan berbagai cara (Notoatmodjo, 2012) antara lain:

Pembagian kelompok *trial* dan kontrol secara acak, keuntungannya adalah memberikan kesempatan yang sama besarnya bagi setiap sukarelawan untuk dimasukkan ke dalam kedua kelompok tersebut, membagi secara rata pengaruh faktor-faktor yang belum dapat dinyatakan peranannya dalam riwayat penyakit dan pengobatan, memenuhi persyaratan untuk analisis statistik. Pembagian kelompok secara acak ini biasanya disebut dengan *Randomized Clinical Trial* (RCT). Desain ini dianggap yang paling baik dalam penelitian klinis.

Bila kelompok kontrol tidak mungkin diadakan, cara lain untuk memperoleh kelompok yang sebanding adalah dengan mencari dari literature atau pengalaman yang telah lalu. Kelompok kontrol yang diperoleh dengan cara ini disebut *historical control*.

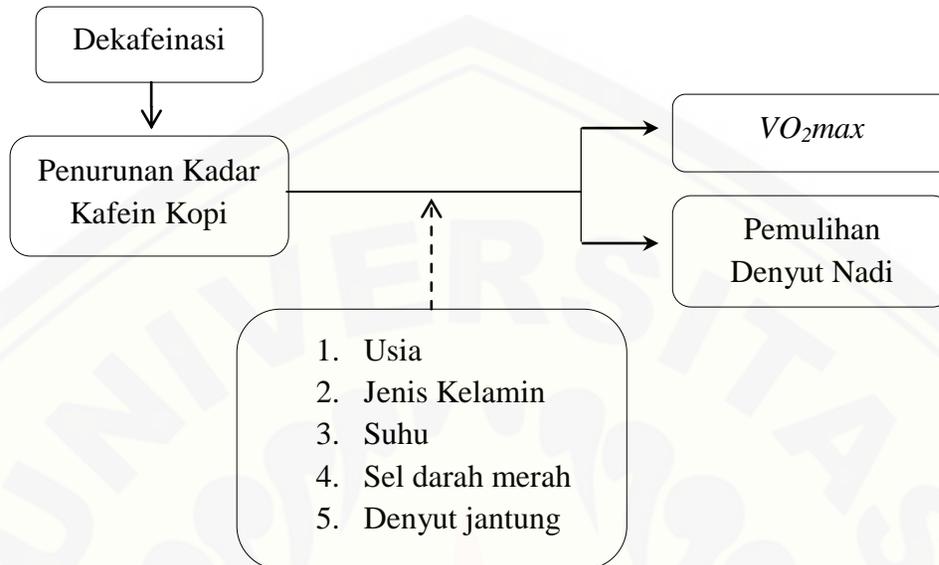
Cara-cara dalam mengambil sukarelawan secara acak (Arikunto, 2010) sebagai berikut:

Undian, pada kertas kecil dituliskan nomor subyek, satu nomor untuk setiap kertas. Kemudian kertas ini kita gulung. Dengan tanpa prasangka kita mengambil gulungan kertas sehingga nomor-nomor yang tertera pada gulungan kertas yang terambil itulah yang merupakan nomor subyek sampel berdasarkan kelompok.

Ordinal (tingkatan sama), seluruh subyek diberi gulungan kertas 1, 2, 3, 4, 5 kemudian diambil satu gulungan, misalnya yang terambil adalah angka 3. Apabila jumlah sampel kita adalah 200 orang sedangkan populasi adalah 1000 orang maka besarnya sampel adalah seperlima dari populasi. Demikianlah maka kita ambil nomor dengan melompat setiap 5 subyek, mulai dari nomor 3, lalu 8, 13, 18, 23, dan seterusnya.

Menggunakan tabel bilangan random, pada buku-buku statistik bagian belakang biasanya terdapat halaman yang memuat angka-angka yang disusun secara acak. Angka-angka tersebut dapat dicari letaknya menurut baris dan kolom. Agar pengambilan sampel terlepas dari perasaan subyektif, maka sebaiknya peneliti menuliskan langkah-langkah yang akan diambil, misalnya menjatuhkan ujung pensil untuk menemukan nomor baris, menjatuhkan ujung pensil kedua untuk menemukan nomor kolom pertemuan baris dan kolom inilah nomor subyek ke 1, bergerak dari nomor tersebut 2 langkah ke kanan menemukan subyek ke 2, bergerak ke bawah 5 langkah menemukan nomor subyek ke 3, bergerak ke kiri 2 langkah menemukan nomor subyek ke 4, dan seterusnya sampai diperoleh jumlah yang dikehendaki.

## 2.8 Kerangka Konseptual



Gambar 2.1 Kerangka Konseptual

## 2.9 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini adalah pemberian minuman kopi minim kafein berupa minuman kopi olahan yang telah mengalami proses *decaffeinasi* dapat meningkatkan jumlah maksimal ambilan oksigen yang dapat dikonsumsi selama aktivitas fisik yang intens ( $VO_{2max}$ ) dan mempercepat waktu pemulihan denyut nadi.

## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian quasi eksperimental atau eksperimental semu. Dalam pelaksanaan penelitian ini tidak memungkinkan untuk melakukan seleksi subjek secara acak, karena subjek secara alami telah terbentuk dalam satu kelompok utuh (*naturally formed intact group*). Dalam keadaan seperti ini kaidah-kaidah penelitian eksperimen murni tidak dapat dipenuhi, karena pengendalian variabel yang terkait subjek penelitian tidak dapat dilakukan sepenuhnya, sehingga penelitian harus dilakukan dengan menggunakan intact group. Penelitian seperti ini disebut sebagai penelitian kuasi eksperimen (Dick dan Carey, 1996). Metode penelitian yang digunakan adalah *Randomized Clinical Trial (RCT)* yaitu sebuah penelitian pada orang sehat untuk mengetahui efektivitas suatu obat dimana pengelompokan sukarelawan dilakukan secara acak. Dengan design cross-over bagi naracoba, sehingga masing-masing naracoba akan menjadi kontrol bagi perlakuan yang diujikan terhadapnya.

### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Farmakologi dan Laboratorium Fisiologi Fakultas Kedokteran Universitas Jember. Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari-Maret 2015.

### 3.3 Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi penelitian adalah sukarelawan yang diambil dari masyarakat umum yang berada dalam lingkup usia dewasa muda. Jumlah sukarelawan pada penelitian ini adalah 20 orang. Penentuan jumlah sukarelawan ini didasarkan pada beberapa teori penelitian eksperimental. Roscoe (Sugiyono 2009) menyatakan, “ukuran sampel yang layak dalam penelitian adalah antara 30 sampai dengan 500 orang”. Pada

penelitian ini tiap subyek menjadi kontrol bagi dirinya sendiri sehingga jumlah sampel pada penelitian ini adalah 40. Hal ini dapat menyingkirkan variasi individu sehingga hasil penelitian yang didapatkan lebih nyata dan mengurangi subyek yang diperlukan. Sukarelawan dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan kriteria berikut:

- a. Usia, usia sukarelawan yang digunakan dalam penelitian ini adalah usia dewasa muda mulai dari usia 18 tahun sampai dengan 30 tahun. Karena pada usia tersebut keadaan fisiologis tubuh seseorang cenderung lebih baik.
- b. Jenis Kelamin, pada penelitian ini tidak dibatasi oleh jenis kelamin.
- c. Indeks Masa Tubuh, Indeks Masa Tubuh yang digunakan pada penelitian ini adalah sekitar 17 sampai 30.
- d. Tekanan darah sistolik 90 mmHg sampai dengan 140 mmHg, tekanan darah diastolik 50 mmHg sampai dengan 90 mmHg.
- e. Kontraindikasi sukarelawan dalam penelitian ini adalah riwayat penyakit kardiovaskular (infark miokard akut, angina tidak stabil, aritmia tidak terkontrol, stenosis aorta, gagal jantung tak terkontrol, miokarditis atau perikarditis akut, diseksi aorta, AV blok derajat tinggi), gangguan respirasi (emboli paru akut atau infark paru), ketidakmampuan mental maupun fisik untuk menjalankan tes, kelainan elektrolit dan penyakit ginjal.
- f. Syarat Sukarelawan, sukarelawan berasal dari kalangan bukan atlet. Sukarelawan dianjurkan untuk tidak melakukan olahraga berat selama 1 minggu sebelum tes dilaksanakan. Sukarelawan tidak diperkenankan untuk mengkonsumsi minuman berenergi atau bahan makanan dan minuman lain yang mengandung kafein selama seminggu sebelum tes dilaksanakan. Sukarelawan perempuan dipilih yang tidak sedang mengkonsumsi obat dan yang tidak menggunakan alat kontrasepsi. Seluruh sukarelawan yang sudah menyetujui *informed consent* yang diberikan harus mematuhi seluruh prosedur penelitian.
- g. Sukarelawan yang tidak mengikuti instruksi yang diberikan oleh peneliti atau tidak disiplin dapat dikeluarkan dari penelitian.

### 3.4 Variabel Penelitian

Variabel bebas dari penelitian ini adalah pemberian minuman kopi minim kafein kepada sukarelawan. Variabel tergantung pada penelitian ini adalah besarnya  $VO_2max$  dan waktu pemulihan denyut nadi. Sedangkan, variabel kontrol dari penelitian ini adalah usia sukarelawan, IMT, prosedur latihan fisik *Modified Bruce Treadmill Test*.

### 3.5 Definisi Operasional

#### a. Kopi Minim Kafein

Merupakan kopi yang telah mengalami proses dekafeinasi. Kopi bubuk dapat dinyatakan terdekafeinasi jika telah memiliki kadar kafein antara 0,1-0,3%. Sebelum proses dekafeinasi, kandungan trigonelin biji kopi robusta adalah 1,70% namun selama proses dekafeinasi kadarnya dapat turun dibawah 1% bergantung pada ukuran biji kopi. Kadar asam klorogenat yang semula 7,6% turun mencapai 1%.

Bahan yang dipakai untuk penelitian ini adalah Kopi mini kafein KOMIK 25 gram disajikan dalam 200ml air panas untuk kelompok perlakuan dan Kopi instan berkafein Kapal Api 2in1 25 gram disajikan dalam 200ml air panas untuk kelompok kontrol, diminum satu jam sebelum aktifitas fisik.

#### b. *Modified Bruce Treadmill Test*

Pada penelitian ini digunakan *Modified Bruce Treadmill Test* sebagai aktifitas fisik untuk mengestimasi besarnya  $VO_2max$ . Prosedur ini dimulai dengan dilakukannya *treadmill* dengan kecepatan 2,74 km/jam (1,7 mph) dan dengan kemiringan 0 %. Sebelumnya dilakukan pemberian papan dengan kemiringan 12° yang diletakkan di bawah alat *treadmill* sebagai tumpuan untuk penyesuaian. Kemudian dilakukan peningkatan kemiringan dan kecepatan setiap 3 menit.

#### c. Waktu *Modified Bruce Treadmill Test*

Waktu *Modified Bruce Treadmill Test* adalah durasi selama melakukan *Modified Bruce Treadmill Test* sampai selesai atau sampai terjadi kelelahan pada masing-masing sukarelawan, sesuai dengan angka yang tertera pada alat *treadmill*.

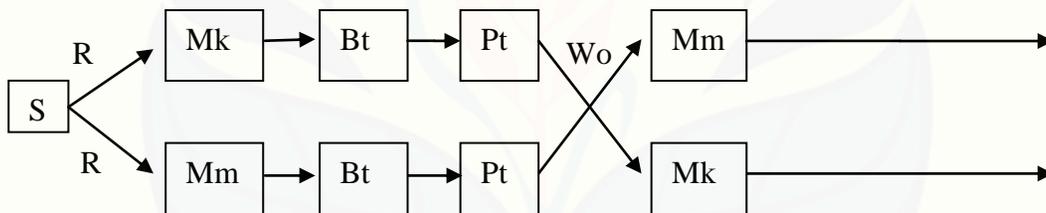
d.  $VO_{2max}$ 

$VO_{2max}$  adalah rasio oksigen tertinggi yang dapat diambil atau digunakan oleh tubuh selama aktivitas fisik. Dalam penelitian ini didapatkan nilai  $VO_{2max}$  dengan rumus menggunakan waktu kelelahan dan denyut nadi sesaat setelah latihan.

## e. Denyut Nadi Pemulihan

Denyut nadi pemulihan adalah jumlah denyut nadi permenit yang diukur setelah melakukan aktivitas fisik dan telah beristirahat 2 sampai 5 menit. Pengukuran ini diperlukan untuk melihat seberapa cepat kemampuan tubuh seseorang melakukan pemulihan setelah melakukan aktivitas fisik yang berat. Denyut jantung yang diharapkan adalah kurang dari 120 bpm setelah 2 sampai 5 menit beristirahat. Hal ini sangat bergantung pada tingkat kebugaran seseorang.

## 3.6 Rancangan Penelitian



Keterangan:

S : sukarelawan

R : randomisasi sukarelawan

Mk : kelompok kontrol (diberi minuman kopi instan berkafein)

Mm : kelompok perlakuan (diberi minuman kopi minim kafein)

Bt : prosedur *Modified Bruce Treadmill Test* sampai terjadi kelelahan

Pt : perhitungan dengan rumus berdasarkan waktu tercapainya kelelahan

Wo : periode *washing out*

### 3.7 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan untuk kelompok perlakuan terdiri dari minuman kopi minim kafein yaitu minuman kopi arabica yang telah mengalami proses *decaffeinasi*. Bahan untuk kelompok kontrol terdiri dari minuman kopi instan berkafein. Bahan tambahan berupa minuman penambah elektrolit untuk sukarelawan yang mengalami dehidrasi dan obat-obatan analgesik. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain alat *treadmill*, stopwatch, kalkulator untuk perhitungan rumus  $VO_2max$ , alat tulis untuk mencatat hasil pengukuran, gelas, label, alat pengaduk, alat P3K dan genset untuk berjaga-jaga apabila listrik padam.

### 3.8 Prosedur Pengambilan dan Analisis Data

#### 3.8.1 Uji Kelayakan Etik

Pada penelitian ini subyek yang digunakan adalah manusia yang dalam pelaksanaannya harus mendapatkan sertifikat kelayakan etik, sehingga perlu diajukan ke komisi etik kedokteran. Prosedur ini diharapkan akan menjamin keamanan baik bagi peneliti maupun sukarelawan, melindungi hak-hak sukarelawan serta memperjelas tujuan dan kewajiban peneliti.

#### 3.8.2 Pembagian Kelompok Sukarelawan

Pada penelitian ini jumlah sukarelawan adalah 20 orang, yang terdiri dari laki-laki dan perempuan. Kemudian dibagi menjadi dua kelompok secara acak dengan metode pengundian. Masing-masing kelompok terdiri dari 10 orang. Kelompok pertama adalah kelompok kontrol yang diberi minuman kopi instan berkafein, sedangkan kelompok kedua adalah kelompok perlakuan yang diberi minuman kopi minim kafein. Setelah periode *washing out*, kedua kelompok saling bertukar peran kelompok kontrol akan menjadi kelompok perlakuan dan sebaliknya.

### 3.8.3 Pengambilan Data

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan dengan cara:

1. Menyiapkan minuman kopi instan berkafein dalam 200ml air panas tanpa tambahan bahan apapun.
2. Menyiapkan minuman kopi minim kafein dalam 200ml air panas tanpa tambahan bahan apapun.
3. Satu jam sebelum memulai treadmill, kelompok kontrol diberi minuman kopi instan berkafein dan kelompok perlakuan diberi minuman kopi minim kafein.
4. Dilakukan pengukuran denyut nadi *pretest* sebelum melakukan latihan pada kedua kelompok.
5. Kedua kelompok melakukan prosedur *Modified Bruce Treadmill Test*. Setiap tiga menit dilakukan peningkatan kecepatan dan kemiringan sesuai dengan tabel berikut:

Tabel 3.1 *The Bruce Treadmill Test Protocol*

Tingkat	Waktu (menit)	Kecepatan (km/jam)	Kemiringan(%)
1	0	2,74	0
2	3	4,02	0
3	6	5,47	2
4	9	6,76	4
5	12	8,05	6
6	15	8,85	8
7	18	9,65	10

6. Setelah mencapai tahap kelelahan, sukarelawan diminta berhenti melakukan *treadmill* kemudian catat waktu saat terjadinya kelelahan dan masukkan ke dalam rumus berikut untuk menentukan nilai  $VO_{2max}$ .

a. Untuk laki-laki :

$$VO_2max = 14,8 - (1,379 \times T) + (0,451 \times T^2) - (0,012 \times T^3)$$

b. Untuk perempuan :

$$VO_2max = 4,38 \times T - 3,9$$

T adalah waktu selama melakukan *treadmill* sampai terjadi kelelahan, contoh apabila didapatkan waktu 9 menit 30 detik maka ditulis T=9,5.

7. Pengukuran  $VO_2max$  juga dapat dilakukan dengan mengukur denyut nadi sesaat setelah latihan kemudian dimasukkan ke dalam rumus berikut.

a. Untuk laki-laki :

$$VO_2max = 111,33 - (0,42 \times \text{denyut nadi})$$

b. Untuk perempuan :

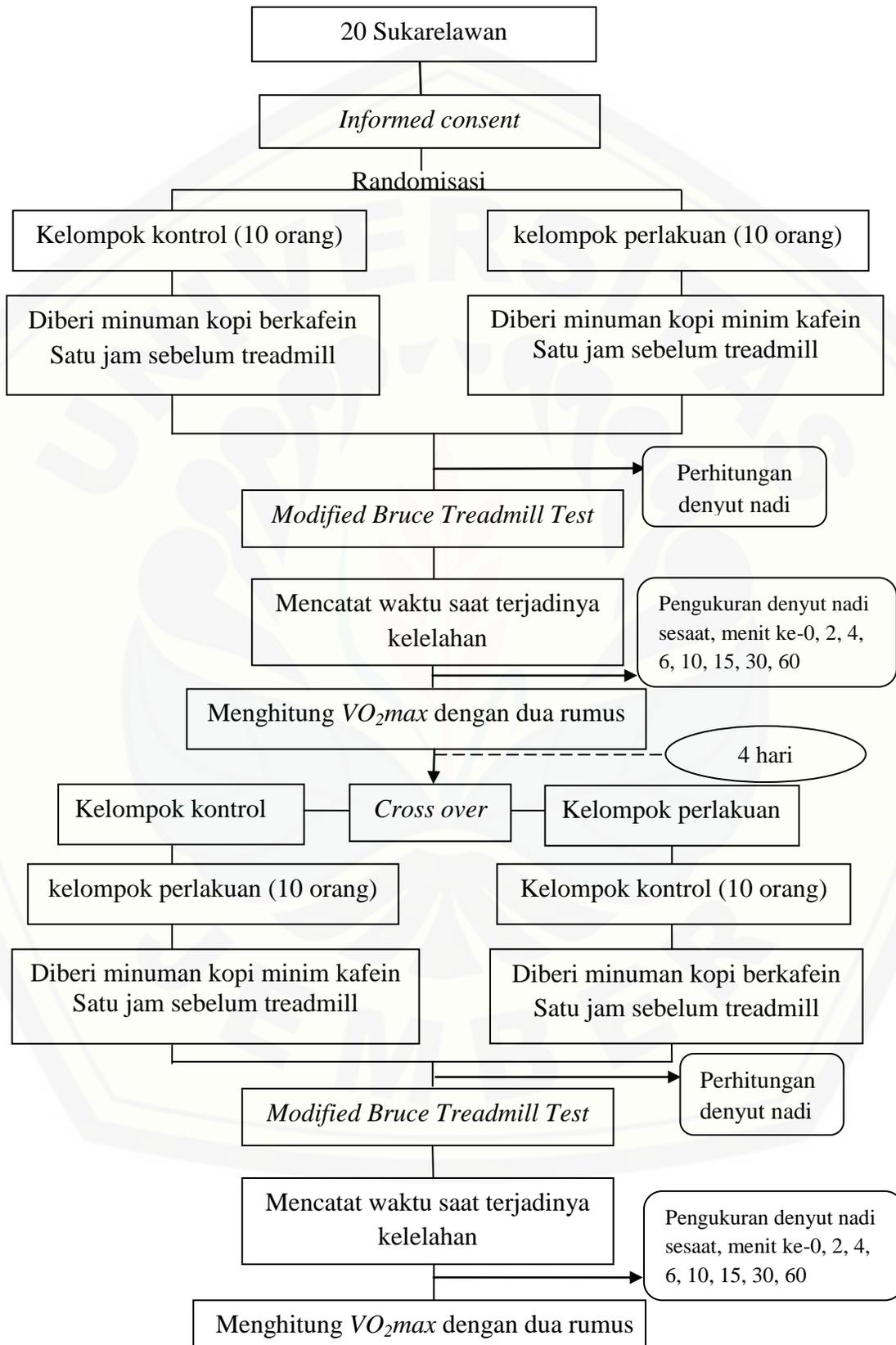
$$VO_2max = 65,81 - (0,1847 \times \text{denyut nadi})$$

8. Pengukuran denyut nadi pada menit ke-0, 2, 4, 6, 10, 15, 30, 60.

#### 3.8.4 Analisis Data

Hasil penelitian ini dianalisis dengan menggunakan uji statistik parametrik uji T (*T-paired test*), untuk membedakan rata-rata dari suatu sampel yang berpasangan (perbedaan sebelum dan sesudah perlakuan). Hasil uji ini akan bermakna apabila didapatkan harga  $p < 0,05$  dengan derajat kepercayaan 95% ( $\alpha = 0,05$ ). Pengolahan data menggunakan bantuan perangkat lunak SPSS 21.0.

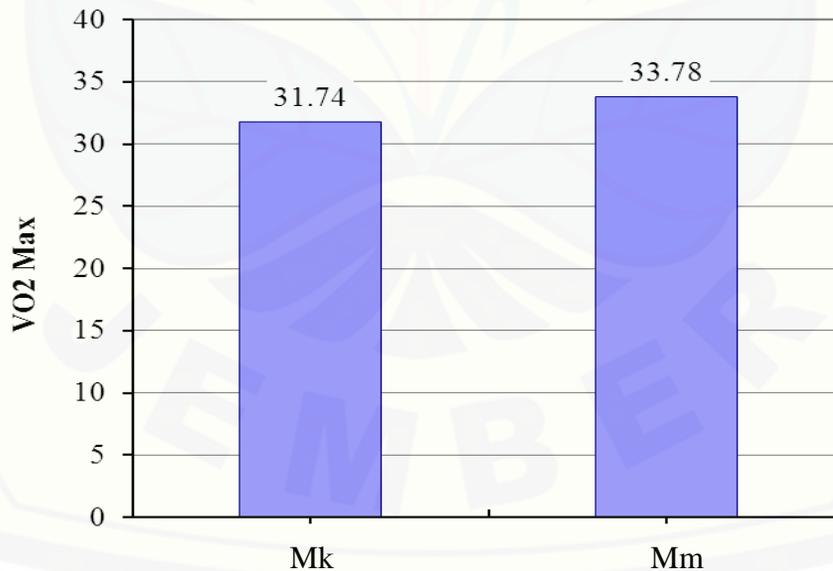
Skema Alur Penelitian



**BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Perbedaan Jumlah Konsumsi Oksigen Maksimal Selama Latihan Fisik yang Intens ( $VO_{2max}$ )**

Pada penelitian ini, data yang berhasil dikumpulkan adalah data untuk 20 orang sukarelawan. Terdiri dari 11 orang laki-laki dan 9 orang perempuan yang dipilih secara acak sesuai metode penelitian RCT. Sukarelawan pada kelompok perlakuan juga menjadi kontrol bagi dirinya sendiri, sehingga didapatkan sampel sejumlah 40 orang. Sukarelawan pada kelompok kontrol diberi minuman kopi berkafein sedangkan pada sukarelawan pada kelompok perlakuan diberi minuman kopi minim kafein, kemudian masing-masing sukarelawan diminta untuk melakukan aktivitas fisik sesuai dengan protokol *Modified Bruce Treadmill Test* hingga mengalami kelelahan. Waktu terjadinya kelelahan dicatat dan kemudian dimasukkan ke dalam rumus untuk menentukan nilai  $VO_{2max}$ . Berdasarkan perhitungan, didapatkan hasil sebagai berikut.



Gambar 4.1 Grafik nilai nilai rata-rata  $VO_{2max}$  dengan menggunakan waktu kelelahan pada kelompok kontrol (Mk) dan kelompok perlakuan (Mm)

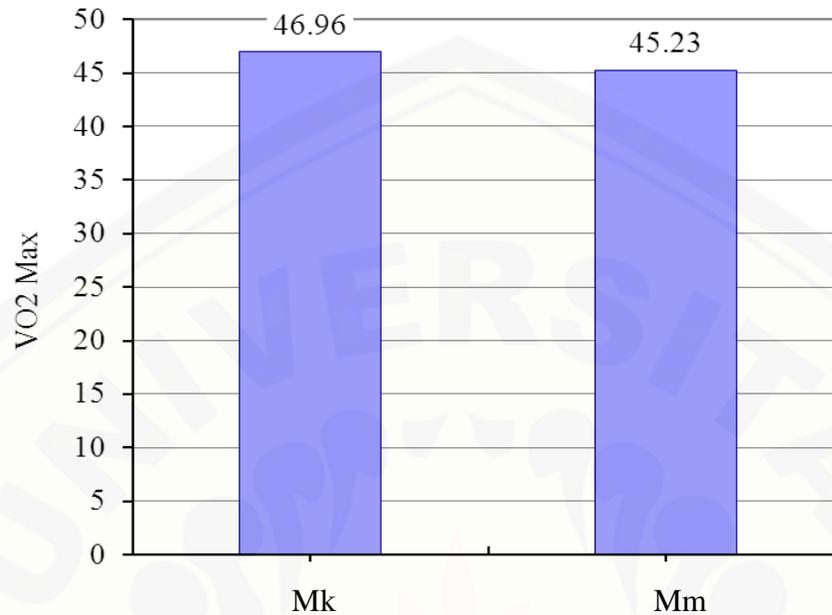
Pada grafik batang di atas, dapat diketahui bahwa nilai rata-rata  $VO_2max$  setelah dilakukan pengukuran pada kelompok kontrol adalah sebesar 31,7407 ml/kg/menit, sedangkan nilai rata-rata  $VO_2max$  setelah dilakukan pengukuran pada kelompok perlakuan adalah sebesar 33,7756 ml/kg/menit. Pada penelitian ini didapatkan nilai rata-rata  $VO_2max$  pada kelompok perlakuan lebih tinggi daripada kelompok kontrol, dengan selisih sebesar 2,0349 ml/kg/menit lebih tinggi.

$VO_2max$  diartikan sebagai rasio oksigen tertinggi yang dapat diambil dan dikonsumsi oleh tubuh selama latihan fisik yang intens. Ini adalah salah satu variabel utama dalam bidang fisiologi latihan dan sering digunakan untuk menentukan keadaan kardiovaskuler seseorang. Pada penelitian ini, dilakukan latihan dengan prosedur *Modified Bruce Treadmill Test* dimana pengukuran  $VO_2max$  dilakukan dengan memasukkan waktu terjadinya kelelahan ke dalam rumus tersendiri antara sukarelawan laki-laki dan perempuan, sehingga didapatkan nilai  $VO_2max$  yang valid bagi masing-masing sukarelawan.

Tabel 4.1 Uji *T-test* nilai rata-rata  $VO_2max$  nilai  $VO_2max$  dihitung dari waktu kelelahan

Kelompok	Rata-rata $VO_2max$	P
Kontrol	31,7407 $\pm$ 7,6490	0,169
Perlakuan	33,7756 $\pm$ 8,7124	

Berdasarkan uji *T-test* yang dilakukan terhadap nilai rata-rata  $VO_2max$  setelah dilakukan pengukuran pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan diperoleh nilai  $p > 0,05$  pada perbandingan tersebut, artinya tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai rata-rata  $VO_2max$  pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan (analisa data menggunakan *T-paired test* dengan derajat kemaknaan 95%).



Gambar 4.2 Grafik nilai nilai rata-rata  $VO_2\text{max}$  dengan menggunakan denyut nadi pada kelompok kontrol (Mk) dan kelompok perlakuan (Mm)

Pada grafik batang di atas, dapat diketahui bahwa nilai rata-rata  $VO_2\text{max}$  setelah dilakukan pengukuran pada kelompok kontrol adalah sebesar 46,9612 ml/kg/menit, sedangkan nilai rata-rata  $VO_2\text{max}$  setelah dilakukan pengukuran pada kelompok perlakuan adalah sebesar 45,2250 ml/kg/menit. Pada penelitian ini didapatkan nilai rata-rata  $VO_2\text{max}$  berdasarkan denyut nadi pada kelompok kontrol sedikit lebih rendah dibandingkan dengan kelompok perlakuan, yaitu selisih 1,7362 /kg/menit lebih rendah. Nilai  $VO_2\text{max}$  berikut ini didapatkan dari perhitungan dengan menggunakan rata-rata denyut nadi setelah latihan melakukan prosedur latihan *Modified Bruce Treadmill Test*.

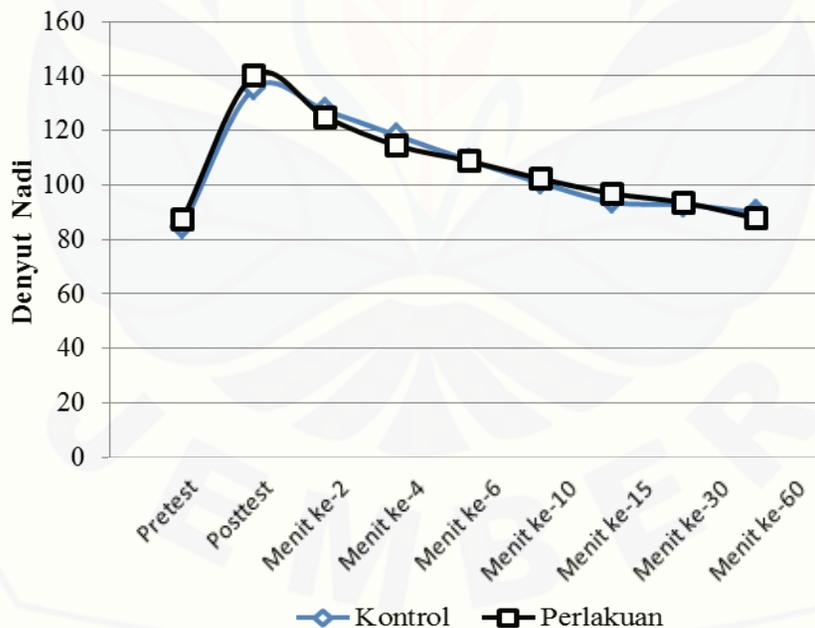
Tabel 4.2 Uji *T-test* nilai rata-rata  $VO_2max$  dengan menggunakan denyut nadi

Kelompok	Rata-rata $VO_2max$	P
Kontrol	46,9612±7,6837	0,235
Perlakuan	45,2250± 6,5078	

Berdasarkan uji *T-test* yang dilakukan terhadap nilai rata-rata  $VO_2max$  setelah melakukan pengukuran denyut nadi pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan diperoleh nilai  $p>0,05$  artinya tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai rata-rata  $VO_2max$  pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan (analisa data menggunakan *T-paired test* dengan derajat kemaknaan 95%).

## 4.2 Perbedaan Denyut Nadi Latihan

### 4.2.1 Gambaran Umum Perubahan Denyut Nadi Latihan



Gambar 4.3 Grafik Perubahan Denyut Nadi Latihan

Keterangan:

Pretest : nilai rata-rata denyut nadi sebelum melakukan prosedur latihan *Modified Bruce Treadmill Test*

Posttest : nilai rata-rata denyut nadi sesaat setelah melakukan prosedur latihan *Modified Bruce Treadmill Test*

Menit ke-2 : nilai rata-rata denyut nadi pada menit ke-2 setelah melakukan prosedur latihan *Modified Bruce Treadmill Test*

Menit ke-4 : nilai rata-rata denyut nadi pada menit ke-4 setelah melakukan prosedur latihan *Modified Bruce Treadmill Test*

Menit ke-6 : nilai rata-rata denyut nadi pada menit ke-6 setelah melakukan prosedur latihan *Modified Bruce Treadmill Test*

Menit ke-10 : nilai rata-rata denyut nadi pada menit ke-10 setelah melakukan prosedur latihan *Modified Bruce Treadmill Test*

Menit ke-15 : nilai rata-rata denyut nadi pada menit ke-15 setelah melakukan prosedur latihan *Modified Bruce Treadmill Test*

Menit ke-30 : nilai rata-rata denyut nadi pada menit ke-30 setelah melakukan prosedur latihan *Modified Bruce Treadmill Test*

Menit ke-60 : nilai rata-rata denyut nadi pada menit ke-60 setelah melakukan prosedur latihan *Modified Bruce Treadmill Test*

Tabel 4.3 Uji *T-test* nilai rata-rata denyut nadi latihan pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan

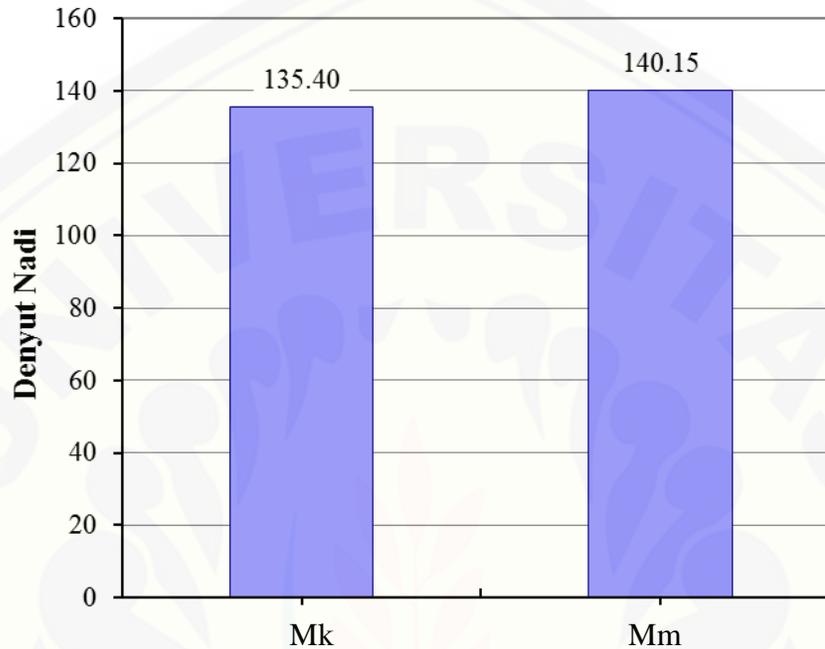
	Waktu	Kelompok Kontrol	Kelompok Perlakuan	P
Titik 1	Pretest	84,500±11,123	87,100± 9,936	0,073
Titik 2	Posttest	135,400±18,403	140,150±20,658	0,368
Titik 3	Menit ke-2	127,350±13,215	124,950±18,164	0,746
Titik 4	Menit ke-4	118,100±11,502	114,450±16,145	0,924
Titik 5	Menit ke-6	109,000±12,711	108,800±18,054	0,781
Titik 6	Menit ke-10	100,800±12,033	102,250±14,178	0,634
Titik 7	Menit ke-15	93,650±13,401	96,850±12,053	0,414
Titik 8	Menit ke-30	92,700±12,814	93,500±10,221	0,904
Titik 9	Menit ke-60	89,950±9,219	87,800±9,111	0,980

Berdasarkan tabel di atas, didapatkan nilai rata-rata denyut nadi sebelum latihan, sesaat setelah latihan, menit ke-2, menit ke-4, menit ke-6, menit ke-10, menit ke-15, menit ke-30, dan menit ke-60 setelah latihan antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan terdapat perbedaan. Sedangkan nilai  $p > 0,05$  maka dapat disimpulkan bahwa perbedaan yang didapatkan tidak signifikan.

#### 4.2.2 Perbedaan Denyut nadi Latihan pada Kelompok Kontrol dan Kelompok Perlakuan

Nilai rata-rata denyut nadi sesaat setelah latihan pada kelompok kontrol sebesar 135,40 kali/menit, sedangkan pada kelompok perlakuan sebesar 140,15

kali/menit. Selisih rata-rata denyut nadi latihan pada kelompok perlakuan lebih tinggi 4,75 ml/kg/menit dibanding kelompok kontrol.



Gambar 4.4 Grafik nilai rata-rata denyut nadi *post-test* pada kelompok kontrol (Mk) dan kelompok perlakuan (Mm)

Nilai rata-rata denyut nadi sesaat setelah latihan antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan tidak berbeda secara signifikan, karena nilai yang didapatkan  $p > 0,05$  (analisa data menggunakan *T-paired test* dengan derajat kemaknaan 95%).

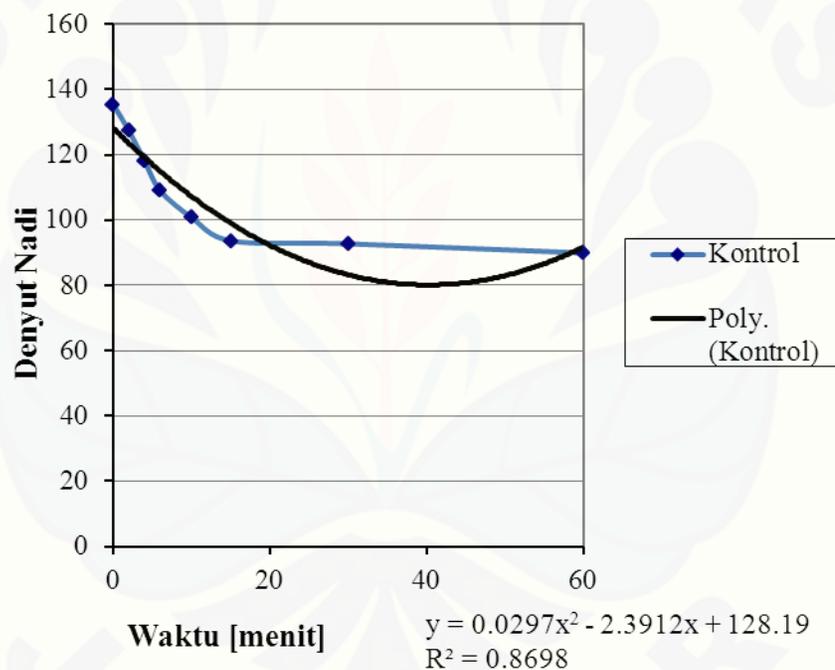
Tabel 4.4 Uji *T-test* nilai rata-rata denyut nadi sesaat setelah latihan (*post-test*) kelompok kontrol dan kelompok perlakuan

Kelompok	Rata-rata $VO_{2max}$	P
Kontrol	135,400±18,403	0,398
Perlakuan	140,150± 20,658	

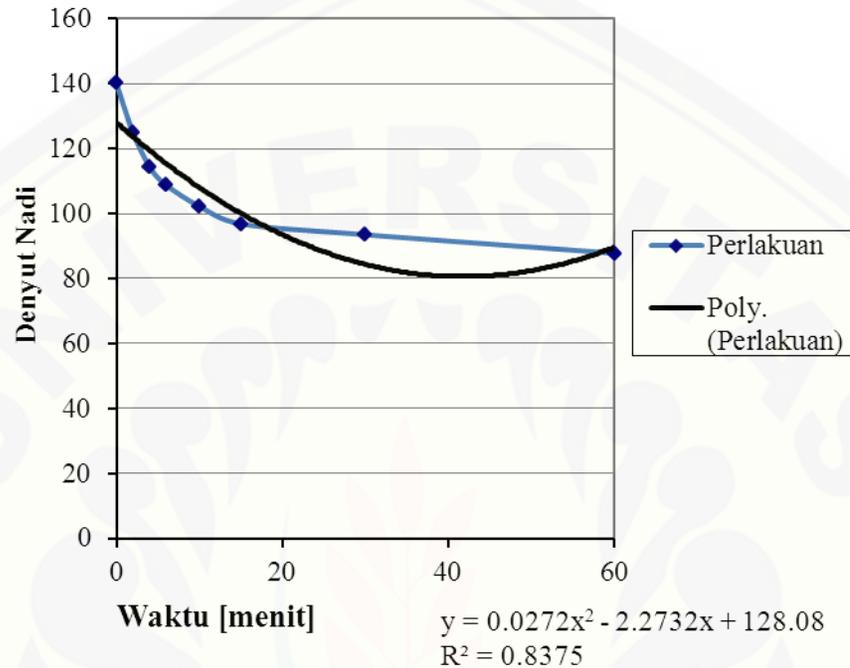
### 4.3 Waktu Pemulihan Denyut Nadi

Waktu pemulihan denyut nadi didapatkan dari rata-rata persamaan kuadrat pengukuran denyut nadi sukarelawan yang dimasukkan kedalam grafik, berupa titik-titik untuk mendapat persamaan linier dari grafik tersebut, dalam grafik ini denyut nadi menjadi sumbu ordinat (Y) dan waktu pemulihan sebagai sumbu absis (X) selanjutnya menggunakan regresi linier dibuat kurva polygonal untuk mendapatkan nilai normal persamaan kuadrat, sehingga dapat ditentukan puncak kurva dan rumus waktu pemulihan denyut nadi

Gambar 4.5 Grafik waktu pemulihan denyut nadi kelompok Kontrol (Mk)



Gambar 4.6 Grafik waktu pemulihan denyut nadi kelompok perlakuan (Mm)



Tabel 4.5 Waktu pemulihan denyut nadi

Kelompok	Waktu Pemulihan (menit)
Kontrol	57
Perlakuan	52

Berdasarkan grafik hubungan antara sumbu X dan Y dapat diketahui besar waktu yang diperlukan oleh nilai rata-rata denyut nadi latihan pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan untuk kembali mencapai nilai awal (sebelum latihan) yaitu denyutan 85,8 kali/menit untuk kelompok kontrol (Mk) maupun kelompok perlakuan (Mm). Nilai rata-rata denyut nadi pada kelompok kontrol mencapai nilai awal pada

menit ke-57 setelah latihan, sedangkan denyut nadi pada kelompok perlakuan mencapai nilai awal pada menit ke-52 setelah latihan.

#### 4.4 Pembahasan Hasil Penelitian

Variabel bebas pada penelitian ini adalah kafein dalam bentuk minuman kopi yang diberikan secara peroral pada sukarelawan. Minuman kopi yang diberikan pada kelompok kontrol adalah kopi instan kemasan 25 gram dengan kadar kafein 1,16% dan diseduh dalam 200 ml air tanpa tambahan apapun, sedangkan minuman kopi yang diberikan pada kelompok perlakuan adalah kopi minim kafein kemasan 25 gram dan diseduh dalam 200 ml air tanpa tambahan apapun, kopi tersebut telah mengalami proses dekafeinasi sehingga kafein yang terkandung hanya 0,1%.

Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah kopi minim kafein dapat meningkatkan rasio oksigen tertinggi yang dikonsumsi selama aktivitas fisik intens ( $VO_2max$ ).  $VO_2max$  dapat digunakan sebagai acuan dalam menentukan ketahanan aerobik seseorang, sekaligus memberikan gambaran mengenai keadaan kardiorespirasi orang tersebut (Basset dan Howley, 2000). Dari penelitian ini juga didapat data bahwa waktu pemulihan denyut nadi yang dibutuhkan bagi kelompok kontrol pasca melakukan aktifitas fisik lebih lama jika dibandingkan kelompok perlakuan.

$VO_2max$  seseorang dapat diukur dengan menggunakan beberapa macam tes, baik diukur langsung dalam laboratorium maupun secara tidak langsung menggunakan berbagai metode test yang telah teruji keakuratannya. Beberapa tes yang sering digunakan adalah *step test*, *ergocycle test*, dan *treadmill*. Tes yang paling baik dan paling sering digunakan adalah *treadmill*, karena beban latihan yang diberikan konstan, terdapat kemudahan dalam pengaturan beban kerja yang diinginkan, dan dalam hal ini berlari diatas *treadmill* mudah dilakukan oleh siapa saja (Brown, 2009).

Pada penelitian ini digunakan protokol *Modified Bruce Treadmill Test*. Dilakukan penyesuaian terhadap alat *treadmill* yaitu dengan menambah papan

pengganjal dengan kemiringan 10% sebagai alasnya agar sesuai dengan protokol yang mengharuskan adanya kemiringan  $5,7^\circ$  pada tahap satu dimulainya latihan tersebut dan ditambah 2% setiap tiga menit dengan kecepatan yang juga ditambah sesuai protokol (Iskhak, 2012). Tes ini dilakukan hingga sukarelawan mencapai kelelahan.

Selama jalannya penelitian terdapat kesulitan menyamakan persepsi antar masing-masing sukarelawan untuk menentukan kelelahan meskipun telah dijelaskan sebelumnya mengenai kriteria kelelahan dengan test bicara, skala kerja dan denyut jantung maksimal. Hal ini berpengaruh besar terhadap hasil perhitungan nilai  $VO_2max$  menggunakan waktu kelelahan.

Setelah sukarelawan memberikan pernyataan bahwa telah mengalami kelelahan, *treadmill* dihentikan dan dicatat waktunya untuk kemudian dimasukkan ke dalam rumus untuk menentukan besarnya  $VO_2max$ . Selain dilakukan pengukuran berdasarkan waktu kelelahan, dilakukan juga perhitungan dengan rumus  $VO_2max$  berdasarkan denyut nadi. Sehingga penelitian ini dapat memberikan gambaran mengenai besar  $VO_2max$ , waktu pemulihan denyut nadi latihan, serta dapat menguji efek dari kopi minim kafein terhadap  $VO_2max$  dan waktu pemulihan denyut nadi seseorang.

#### 4.4.1 Perbedaan Konsumsi Oksigen Maksimal selama Aktivitas Fisik yang Intens ( $VO_2max$ )

Pada hasil penelitian di atas, nilai rata-rata  $VO_2max$  setelah prosedur pengukuran waktu kelelahan pada kelompok kontrol dan perlakuan tidak didapatkan perbedaan yang signifikan diantara keduanya (analisa data menggunakan *T-paired test* dengan derajat kemaknaan 95%). Sebagaimana beberapa penelitian terdahulu telah membuktikan mengenai efek minuman berenergi yang mengandung kafein, taurin dan senyawa lain dapat meningkatkan  $VO_2max$ . Hasil tersebut menunjukkan bahwa ada pengaruh yang ditimbulkan dengan mengkonsumsi kafein sebelum latihan

fisik, namun seberapa besar kadar kafein yang dikonsumsi tidak terlalu memberikan perbedaan.

Keuntungan yang didapat dengan mengonsumsi kafein sebelum latihan dengan demikian juga dapat dirasakan oleh orang-orang yang mengalami intoleransi kafein dengan meminum minuman kopi minim kafein, karena telah terbukti bahwa minuman kopi minim kafein juga memberikan efek protektif terhadap sistem kardiovaskuler dan meningkatkan ketahanan aerobik, bahkan dari data penelitian ini didapatkan hasil pengukuran  $VO_2max$  kelompok perlakuan lebih tinggi daripada kelompok kontrol.

Pada penelitian ini, hasil  $VO_2max$  yang didapatkan dari perhitungan denyut nadi dan waktu perubahan denyut nadi tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan (analisa data menggunakan *T-paired test* dengan derajat kemaknaan 95%). Secara teori,  $VO_2max$  dipengaruhi oleh fungsi paru, fungsi kardiovaskuler, kapasitas pengangkutan oksigen, komposisi tubuh, dan otot skeletal. Selain itu, nilai  $VO_2max$  bergantung pada fungsi hematologi dan kemampuan oksidatif dari otot (Noor *et al*, 2013). Mekanisme utama dalam peningkatan  $VO_2max$  dengan aktivitas fisik adalah peningkatan aliran darah. Peningkatan  $VO_2max$  yang disebabkan karena melakukan aktivitas fisik lebih dipengaruhi oleh peningkatan curah jantung maksimal dibandingkan dengan *systemic A-V O<sub>2</sub> difference* (Basset dan Howley, 2000).

Didapatkan perbedaan antara nilai  $VO_2max$  yang didapatkan dari rumus menggunakan waktu kelelahan dan waktu rata-rata pemulihan denyut nadi, hasil pengukuran yang lebih akurat didapat dengan menggunakan denyut nadi, karena secara langsung memberikan gambaran kerja ventrikel kiri jantung yang juga menunjukkan seberapa berat kerja jantung dalam memenuhi kebutuhan tubuh. Perbedaan nilai  $VO_2max$  yang didapatkan disebabkan juga oleh beberapa faktor yang berkaitan dengan waktu kelelahan, meskipun telah diberikan petunjuk mengenai indikator kelelahan, perbedaan persepsi tetap menjadi faktor bias yang sangat mempengaruhi hasil pengukuran. Disamping itu, beberapa sukarelawan menyampaikan pada latihan pertama sebelum *crossover* merasa bahwa dirinya lebih

cepat menentukan telah mengalami kelelahan karena belum pernah menjalani test serupa sebelumnya. Hal ini memberikan pengaruh besar terhadap pengambilan data waktu terjadinya kelelahan yang juga berpengaruh terhadap hasil akhir perhitungan nilai  $VO_{2max}$ .

Terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi waktu terjadinya kelelahan, antara lain; kelelahan terjadi karena terkumpulnya produk-produk sisa dalam otot dan peredaran darah berupa asam laktat. Adanya akumulasi asam laktat dapat membatasi aktivitas otot, sehingga sangat penting mengembalikan kadar asam laktat menjadi rendah seperti keadaan sebelum latihan (Azwar, 2012). Produk sisa yang masih berada didalam otot dan beredar dalam darah akan mempengaruhi serat-serat saraf dan SSP sehingga menyebabkan orang menjadi lebih lambat bekerja saat mengalami kelelahan (Sutaklaksana, 1979).

Timbulnya rasa lelah dalam diri manusia merupakan proses yang terakumulasi dari berbagai faktor penyebab dan mendatangkan ketegangan (*stress*) yang dialami oleh tubuh manusia (Wignjosoebroto, 2000). Green (1992) dan Suma'mur (1994) mengemukakan faktor -faktor yang mempengaruhi kelelahan ada dua yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Yang termasuk faktor internal antara lain: faktor somatis atau fisik, gizi, jenis kelamin, usia, pengetahuan dan sikap atau gaya hidup sedangkan yang termasuk faktor eksternal adalah keadaan fisik lingkungan kerja (kebisingan, suhu, pencahayaan), faktor kimia (zat beracun), faktor biologis (bakteri, jamur), faktor ergonomi, kategori pekerjaan. Barnes (1980) mengatakan ada beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat kelelahan antara lain jam kerja, periode istirahat, kondisi fisik lingkungan yang berpengaruh terhadap kenyamanan fisik, sikap dan mental.

Faktor yang mempengaruhi denyut nadi antara lain aktivitas fisik, aktivitas metabolisme tubuh utamanya kadar hormon katekolamin, kebiasaan seseorang, keadaan psikis, ketinggian suatu wilayah, status kesehatan seseorang, jenis kelamin dan elastisitas pembuluh darah yang dipengaruhi oleh umur. Olahraga secara rutin dapat menyebabkan perubahan pada sistem kardiovaskuler, yaitu terjadinya hipertrofi

ventrikel kiri dan angiogenesis dalam otot jantung. Kondisi fisiologis yang dapat menyebabkan terjadinya takikardi yaitu olahraga, kehamilan, dan faktor emosi seperti stress dan gangguan cemas (Guyton dan Hall, 2011).

Menurut teori, kafein yang merupakan zat utama dalam kopi memiliki tiga mekanisme utama yang menjelaskan efek ergogeniknya dalam latihan. Mekanisme pertama yaitu, efek langsung terhadap bagian dalam sistem saraf pusat yang mempengaruhi persepsi kemampuan dan nyeri kelelahan serta aktivasi neural dari kontraksi otot. Mekanisme kedua yaitu efek langsung dari kafein terhadap performa otot skelet. Teori ini beranggapan bahwa kafein berperan dalam transport ion kalsium dan efek langsung terhadap enzim regulasi utama, termasuk enzim-enzim yang mengatur pelepasan glikogen. Mekanisme ketiga yaitu peningkatan ketersediaan asam lemak bebas meningkatkan oksidasi lemak dalam otot dan menurunkan oksidasi karbohidrat (fase aerob), sehingga meningkatkan performa latihan dan mengurangi kelelahan otot yang akan dialami setelah kadar timbunan karbohidrat (glikogen) yang merupakan substrat pembentukan energi mencapai kadar yang rendah. Menurut Graham (2011) metabolisme, toleransi dan respon tubuh terhadap kafein serta beberapa faktor seperti usia, keadaan latihan, komposisi tubuh serta asupan sebelum latihan yang bervariasi pada tiap individu juga dapat berpengaruh terhadap hasil penelitian.

#### 4.4.2 Waktu Pemulihan Denyut Nadi

Pada penelitian ini, hasil yang tidak dapat dihitung secara kuantitatif adalah perasaan bugar yang dirasakan setelah melakukan latihan treadmill. Sukarelawan dari kelompok perlakuan yang mengkonsumsi kopi minim kafein merasa meskipun telah mengalami kelelahan, tubuhnya tetap terasa bugar dan lebih siap untuk melakukan aktifitas kembali, karena konsumsi kafein dalam jumlah besar menyebabkan nafas lebih pendek dan denyut jantung lebih cepat.

Terjadi peningkatan denyut nadi sesaat setelah melakukan aktivitas fisik baik pada kelompok kontrol maupun kelompok perlakuan. Hal ini disebabkan oleh

peningkatan aktivitas fisik yang berakibat pada peningkatan kekuatan pemompaan darah dan frekuensi denyut jantung. Aktifitas fisik berhubungan dengan proses kontraksi otot. Proses kontraksi otot tidak terjadi tanpa adanya Adenosin Tri Phosphat (ATP). Meningkatnya aktifitas fisik maka kebutuhan ATP juga semakin besar sehingga jantung berdenyut lebih cepat untuk mensuplai energi dalam bentuk ATP (Scott, 2007).

Peningkatan denyut nadi memberikan gambaran terjadinya peningkatan denyut jantung setelah melakukan *treadmill*, hal ini disebabkan oleh peningkatan cardiac output selama olahraga. Besarnya peningkatan cardiac output disebabkan meningkatnya stroke volume, yaitu jumlah darah yang dipompa jantung setiap denyut dan heart rate, yaitu jumlah denyutan jantung selama satu menit (Guyton dan Hall, 2011). Saat mulai latihan, denyut jantung akan meningkat dengan cepat seiring dengan intensitas latihan. Hal ini terjadi bersamaan dengan meningkatnya kebutuhan tubuh akan oksigen yang dibawa oleh darah yang dibutuhkan pada proses oksidasi untuk menghasilkan energi yang dibutuhkan pada proses aktivitas otot. Oksigen dalam jumlah memadai juga dibutuhkan selama masa pemulihan cadangan energi, tanpa oksigen pemulihan tidak akan terjadi secara optimal (Azwar, 2012).

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh nilai rata-rata denyut jantung akibat pemberian minuman yang mengandung kafein lebih tinggi daripada pemberian minuman kopi minim kafein. Bahkan pada beberapa sukarelawan, denyut nadi yang teraba menjadi lebih kuat angkat dibandingkan pengukuran pretes (saat sebelum melakukan treadmill). Peningkatan ini diakibatkan jumlah kafein yang banyak akan merangsang sistem saraf simpatis sehingga jumlah adrenalin yang dilepaskan pada ujung saraf meningkat. Semakin besar jumlah adrenalin yang dilepaskan pada ujung saraf maka semakin banyak adrenalin yang berikatan dengan reseptor  $\beta_1$  pada jantung yang menyebabkan peningkatan denyut dan kekuatan kontraksi jantung. Pada sel-sel kontraktile atrium dan ventrikel memiliki banyak ujung saraf simpatis, stimulasi simpatis meningkatkan kekuatan kontraktile sehingga jantung berdenyut lebih kuat (Guyton dan Hall, 2011).

Pemulihan denyut nadi yang cepat sangat penting untuk mencegah kerja jantung yang terlalu berat sehingga penting untuk diterapkan dalam program pelatihan atlet. Aktivasi sistem saraf parasimpatis merupakan hal yang mendasari terjadinya pemulihan denyut nadi setelah latihan. Pemulihan denyut nadi juga dipengaruhi oleh faktor intrinsik, neural dan faktor humoral. Faktor lain yang berperan dalam pemulihan denyut nadi adalah stimulasi pada kemoreseptor dan baroreseptor yang disertai dengan pembersihan metabolit dan eliminasi panas tubuh dan katekolamin (Bosque et al., 2010).

Waktu pemulihan adalah suatu tahap yang diperlukan tubuh untuk kembali seperti keadaan semula, kecepatan pemulihan sangat penting bagi tubuh. Waktu pemulihan dan kegiatan fisik yang dilakukan sangat berhubungan dengan sistem energi utama yang digunakan. Proses pemulihan cadangan energi, cadangan oksigen, dan penurunan asam laktat terjadi pada masa pemulihan, dimana masing-masing sistem memiliki ciri dan waktu pemulihan yang berbeda (Bompa, 2009).

Dalam penelitian ini diambil data pemulihan denyut nadi sukarelawan pada menit ke-0, menit ke-2, menit ke-4, menit ke-6, menit ke-10, menit ke-15, menit ke-30 hingga menit ke-60 setelah latihan, karena menurut Basset dan Howley (2000) pembentukan cadangan fosfagen pulih sebesar 75% setelah 6 menit dan akan kembali pulih secara penuh antara 10-50 menit. Sedangkan menurut Azwar (2012) waktu pemulihan denyut nadi latihan dalam 3-5 menit telah sempurna, jadi data yang penting digunakan adalah data pemulihan denyut nadi menit ke-0, menit ke-2, menit ke-4 dan menit ke-6 setelah latihan. Melemahnya denyut jantung 5 menit setelah latihan menunjukkan bahwa jantung tidak lagi bekerja keras untuk mensuplai kebutuhan ATP. Cadangan ATP pulih sebesar 70% dalam 30 detik, dan akan mencapai 100% dalam waktu 3-5 menit (Scott, 2007). Disamping itu, data pemulihan denyut nadi pada menit ke-30 dan menit ke-60 sangat mungkin terjadi bias karena sukarelawan tidak bisa beristirahat total, namun justru melakukan beberapa aktifitas fisik yang tidak dapat diseragamkan.

Peran kafein dalam meningkatkan *cardiac output*, dengan meningkatkan volume sekuncup jantung dengan cara peningkatan frekuensi denyut jantung. Peningkatan frekuensi denyut jantung otomatis menyebabkan denyut nadi juga lebih tinggi. Pada kopi minim kafein jumlah yang terkandung lebih sedikit daripada jumlah kafein dalam kopi biasa sehingga waktu paruh kafein juga lebih cepat dalam sirkulasi darah mengakibatkan kecepatan waktu pemulihan denyut nadi meningkat, terbukti pada penelitian ini, masa pemulihan denyut nadi kelompok perlakuan lebih cepat dibandingkan kelompok kontrol, karena asupan kafein yang diberikan pada kelompok perlakuan jauh lebih sedikit daripada kelompok kontrol.

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Konsumsi oksigen maksimal selama aktivitas fisik yang intens ( $VO_2max$ ) diukur dengan rumus berdasarkan rata-rata waktu kelelahan pada sukarelawan yang mengkonsumsi kafein adalah 31,7407 ml/kg/menit, sedangkan berdasarkan denyut nadi pasca melakukan *treadmill* adalah 46,9612 ml/kg/menit
2. Konsumsi oksigen maksimal selama aktivitas fisik yang intens ( $VO_2max$ ) diukur dengan rumus berdasarkan rata-rata waktu kelelahan pada sukarelawan yang mengkonsumsi kopi minim kafein adalah 33,7756 ml/kg/menit, sedangkan berdasarkan denyut nadi pasca melakukan *treadmill* adalah 45,2250 ml/kg/menit
3. Tidak terdapat perbedaan nilai  $VO_2max$  yang signifikan selama aktivitas fisik yang intens diukur dari terjadinya waktu kelelahan maupun denyut nadi setelah melakukan aktivitas fisik dengan metode *Modified BruceTreadmill Test Protocol* antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan.
4. Waktu pemulihan denyut nadi latihan pada kelompok perlakuan yang diberi minuman kopi minim kafein terjadi pada menit ke-52, sedangkan kelompok kontrol yang diberi minuman berkafein terjadi pada menit ke-57. Pada penelitian ini terbukti kopi minim kafein mempercepat waktu pemulihan denyut nadi.

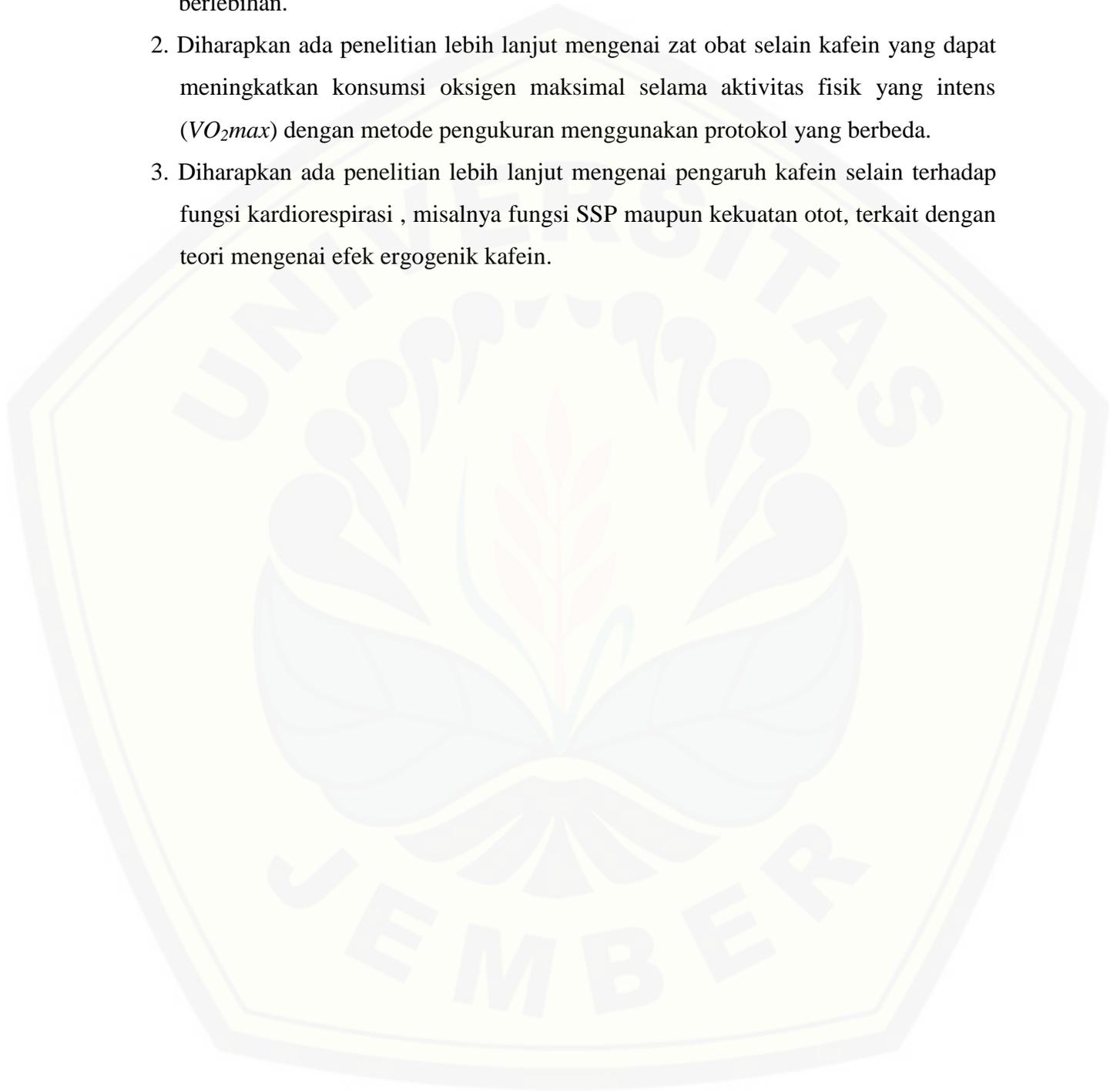
### 5.2 Saran

Saran yang dapat penulis berikan berdasarkan pada penelitian ini adalah:

1. Diharapkan ada penelitian lebih lanjut terhadap variasi dosis kafein yang dapat diberikan untuk meningkatkan konsumsi oksigen maksimal selama aktivitas fisik yang intens ( $VO_2max$ ) dan dapat mempercepat pemulihan denyut nadi latihan

tanpa menyebabkan dampak buruk bagi sukarelawan, akibat dosis kafein yang berlebihan.

2. Diharapkan ada penelitian lebih lanjut mengenai zat obat selain kafein yang dapat meningkatkan konsumsi oksigen maksimal selama aktivitas fisik yang intens ( $VO_2max$ ) dengan metode pengukuran menggunakan protokol yang berbeda.
3. Diharapkan ada penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh kafein selain terhadap fungsi kardiorespirasi, misalnya fungsi SSP maupun kekuatan otot, terkait dengan teori mengenai efek ergogenik kafein.



**DAFTAR PUSTAKA**

- Adrian B. Hodgson, Rebecca K. Randell, dan Asker E. Jeukendrup. 2013. The Metabolic and Performance Effect of Caffeine Compared to Coffee During Endurance Exercise. *Plos One*, DOI: 10, 1371.
- American Dietetic Association. 2000. Nutrisi dan Atletis Kinerja. *Medical science Sport Exercise* Vol. 32: 2130-2145.
- Andre Louis, et al. 2011. Effect of the Consumption of Caffeinated and Decaffeinated Instant Coffee Beverages on Oxidative Stress Induced by Strenuous Exercise in Rats. *Springer Science, Bussines Media, LCC*.
- Anthony B. Miller dan Thomas Larsson. 2005. Intake of Coffee and Tea and Risk of Ovarian Cancer: A Prospective Cohort Study. Department of Public Health Science, University of Toronto. Diterbitkan 2007. Vol. 58: 22-27.
- Arikunto, S. 2010. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: PT. Asdo Mahasatya.
- Armstrong, N., dan Welsman, J. R. 1997. *Young People and Physical Activity*. Oxford University Press, Oxford.
- Astuti, A. W. 2009. Perbandingan Tingkat Kebugaran Siswi Sekolah Bola Voli Putri Tugu Muda Semarang Usia 11-14 Tahun Saat Menstruasi dan Tidak Menstruasi. *Laporan Karya Tulis Ilmiah*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Azwar. 2012. Recovery dalam Latihan: *Physica Education* Vol. 4: 12-58.
- Bairam A, Boutroy M, Badonne. 2007. Theophylline Vs Caffeine: Comperative Effects in Treatment Jurnal of Pediatric 2007. Vol. 110: 636-639.
- Basset, D. R., dan Howley, E. T. 2000. Limiting Factors For Maximum Oxygen Uptake and Determinants of Endurance Performance. *Med. Sci. Sports Exercise*. Vol. 32: 70-84.
- Bompa, O. T. 2009. *Theory and Methodology of Training*. Toronto: Mosaic Press.
- Bosquet, R. S., Goldsmith, L., Sleight, P. 2010. Exercise and Autonomic Function. *Sport and Med. Journal* Vol. 272: 1412-1418.

- Brain, M. 2014. Introduction to How Coffeine Works. <http://www.ifcinfo.health.org.brochure/caffeine.htm>. Diperbarui Februari 2014. Diakses Januari 2015.
- Brown, S.P., Miller, W.C., dan Eason J.I. 2009. *Exercise Physiology : Basis of Human Movement in Health And Disease*. Human Kinetics. USA.
- Cavda, Raiput, dan Mahavirsingh H. 2013. Predicted Maximal Oxygen Compsumption ( $VO_2max$ ) Vlues Obtained During the Maximal Treadmill Test Using Different Protocols. *National Jurnal of Integrated Research in Medicine*. 4(2): 149-155.
- Dellemore D. dan Mark Giuliucci. 2001. *Rahasia Awet Muda bagi Kaum Pria*. Penerjemah Alex Tri Kantjono. Jakarta: Digilib.
- Dempsey, J. A. 1986. Is the Lung Built for Exercise?. *Med. Sci. Sports Exerc.* Vol. 18: 143-155.
- Dick, W. And Carey, L. 1996. *The Systematic Design of Instruction*. New York: Harper Collin Publishers.
- Edward R. Laskowski, M. D. 2000. *Physical Medicine and Rehabilitation Specialist*. Oxford.
- Erowid. 2014. Caffeine Effect: <http://www.erowid.org/chemicals/caffeine/caffeine.htm>. Diperbarui November 2014. Diakses Februari 2015
- Gerald. F. Fletcher et al. 2001. Exercise Standards for Testing and Training. *American Heart Association Science Advisory and Coordinating Commite* 104 Vol. 14: 1694-1740.
- Goldman M. J dan Nora Goldschlager. 1995. *Principles of Clinical Electrocardiography*. London: Appleton and Lange.
- Guyton A. C., Hall J. E. 2011. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. Alih bahasa Irawati. Ed. 12. Jakarta: EGC.
- Halvorsen B. 2005. Coffe Consumption and Human health: *mechanisms for effect of coffee consumption on different risk factor for cardiovascular*. *Molecular Nutrition Food Research*. Vol. 49: 278-284.
- Hilbert. 2003. The Effects of Message on Delayed-onset Muscle Soroness. *Br J. Sports Med* 2003 Vol. 37: 72-75.

- Hill, A. V., Long, C. N. H., dan Lupton, H. 1924. Muscular Exercise, Lactic Acid and the Supply and Utilisation of Oxygen. *Proc. Roy. Soc.* Vol. 97: 155-176.
- Honig, C. R., Connett, R. J., dan Gayeski, T. E. J. 1992. O<sub>2</sub> Transport and Its Interaction with Metabolism: A Systems View of Aerobic Capacity. *Med. Sci. Sports Exerc.* Vol. 24: 47-53.
- Honosutomo, Salas. 2007. *Pengetahuan Tentang Kopi dan Cara Tepat Minum Kopi*. Jakarta: Jakartavenue.
- Kenneth Dands. 2001. *Ultimate Coffee*, 2<sup>nd</sup> Edition. 76-77, ISBN. 0312246668.
- Lynn, S. Bickley MD. dan Peter, G. Szilagy. 2007. *Buku Saku Pemeriksaan Fisik dan Riwayat Kesehatan Bate's*. Edisi 3. EGC. Jakarta.
- Mallory R. Marshall, Dawn P. Coe, dan James M. Pivarnik. 2014. Development of a Prediction Model to Predict *VO<sub>2</sub>peak* in Adolescent Girls Using the Bruce Protocol to Exhaustion. DOI. 251-256.
- Mattew M. Schubert et al. 2014. Caffein Consumption Around an Exercise Bout: Effect on Energy Expenditure, Energy Intake, and Exercise Enjoyment. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 117 No. 7, 745-754.
- McArdle, W. D., Katch, F. L., dan Katch, V. L. 1996. *Exercise Physiology: Energy, Nutrition, and Human Performance*. Baltimore, Maryland: Williams & Wilkins.
- Mulato S., S. Widyotomo dan E. Suharyanto. 2006. *Pengolahan Produk Primer dan Skunder Kopi*. Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Neil Armstrong dan Jeanne Welsman. 1997. *Young People and Physical Activity*. Oxford University Press, USA: ISBN. 10: 0192626590.
- Noor, K. A., Huldani, dan Biworo, A. 2013. *Perbandingan VO<sub>2</sub> Maksimal Pada Siswa dan Siswi Kelas V Sekolah Dasar*. *Berkala Kedokteran*. Vol. 9.
- Notoatmodjo, S. 2012. *Metodologi Penelitian Kedokteran*. Jakarta: PT. Asdi Mahasatya.
- Pratiknya, A. W. 2010. *Dasar-Dasar Metodologi Penelitian Kedokteran & Kesehatan*. Jakarta: PT. Rajagrafindo Persada.

- Robergs, R.A., dan Roberts, S.O. 1997. *Exercise physiology: exercise, performance, and clinical applications*. St. Louis: Mosby.
- R. Iskhak, S. Olariu, Q. Xu dan S. Salleh. 2012. Dual-Training for Massive Deployed Sensor Networks. *DI.Amc. Portugal*. Ed. 13: 24-34.
- Scott, C. 2007. Misconceptions about Aerobic and Anaerobic Energy Expenditure. *Journal of the International Society of Sports* 2 pp 32-37.
- Sheerwood, L. 2001. *Fisiologi Manusia dari Sel ke Sistem*. Jakarta: EGC.
- Shetty, D.P., 2005. Comparison of Lung Volume in Swimmers. A Comparative Study of Pulmonary Function. *Greek*. Ed. 101: 90-96.
- Soekarman. 1991. Energi dan Sintesis Energi Predominan Pada Olahraga. Jakarta: Inti Idayu Press.
- Sugiharto. 2011. Latihan Fisik Aerobik Submaksimal dan Respon Lipolisis Trigliserida plasma pada Atlit dan Non Atlit. *Jurnal Media Ilmu Keolahragaan Indonesia*. Vol. 1: 52-59.
- Sugiyono. 2009. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D. Bandung: CV. Alfabeta.
- Susprawita, Sari. 2004. Penggunaan Methilxantine Pada Bayi Prematur dengan Apneu Idiopatik. *IKA FK USU/RS HAM*. Vol. 6. No. 3: 129-133.
- Tattie H. 2008. Efek Kesehatan Kafein bagi Penikmat Kopi. Bandung: CV. Munika Gemilang.
- Terry E. Graham, James W. E dan Mary Van Soeren. 2011. Caffeine and Exercise: *Metabolism and Performance*. *Canadian Journal of Applied Physiology*. Vol. 19: 2, 111-138.
- Uliyandari, A. 2009. Pengaruh Latihan Fisik Terprogram Terhadap Perubahan Nilai Konsumsi Oksigen Maksimal ( $VO_{2max}$ ) pada Siswi Sekolah Bola Voli Tugu Muda. *Laporan Karya Tulis Ilmiah*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Wignjosuebrototo. 2000. Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu Teknik Analisis untuk Meningkatkan Produktifitas Kerja. Surabaya: Guna Wijaya 2.

Willmore J.H., Green, Stanforth, et al. 2001. Relationship of Changes in Maximal-Submaximal Fitness to change in Cardiovascular with Endurance Training. The University of Texas. *Metabolism* 50(11): 1255-1263.

Winarno H dan A.W. Susiolo. 2004. Pemanfaatan Ketan Hitam Sebagai Bahan Pembuatan Minuman Kopi Non-Kafein dengan Penambahan Jahe. Jember: Puslit. Kopi dan Kakao.



## Lampiran A. Karakteristik Sukarelawan

Variabel	Hasil pengukuran
Usia	19,59 ± 1,49
Jenis kelamin	
Laki-laki	11 orang (55%)
Perempuan	9 orang (45%)
BMI	21,59 ± 3,27
Tekanan darah	
Sistolik	110,37 ± 13,96
Diastolik	77,32 ± 10,01
Frekuensi denyut nadi	85,80 ± 10,52

## Lampiran B. Data Hasil Denyut Nadi Sukarelawan

No.	Ket	T lelah	DN	DN 0	DN 2	DN 4	DN 6	DN 10	DN 15	DN 30	DN 60
1	Mk	6.25	70	169	140	120	97	86	62	66	68
	Mm	7.36	94	159	119	102	99	100	92	89	90
2	Mk	6.28	80	150	142	125	105	96	87	84	96
	Mm	6.52	89	143	135	121	113	102	93	90	90
3	Mk	10.17	87	100	100	87	72	74	62	70	78
	Mm	13.03	96	121	122	111	105	102	103	109	100
4	Mk	11.12	85	155	138	127	115	110	100	90	82
	Mm	11.3	88	147	135	121	105	98	87	78	72
5	Mk	9.42	97	138	135	129	128	105	96	89	89
	Mm	13.31	77	157	137	129	123	119	114	101	95
6	Mk	9.07	72	142	134	128	110	115	90	86	88
	Mm	9.11	83	148	123	115	108	90	85	78	72
7	Mk	7.05	72	132	127	120	111	93	84	98	95
	Mm	7.05	89	101	84	76	69	69	67	87	84
8	Mk	6.58	80	117	114	110	100	89	86	88	90
	Mm	8	88	123	112	104	103	99	96	94	90
9	Mk	9.29	103	136	128	115	107	105	104	88	95
	Mm	9.35	100	165	155	143	137	118	93	80	80
10	Mk	10.19	90	132	124	120	115	109	107	104	96
	Mm	10.03	90	163	129	107	93	90	87	83	78
11	Mk	7.46	70	100	99	98	98	92	90	87	79
	Mm	8	59	112	100	98	96	100	98	92	88
12	Mk	8.54	75	120	119	116	110	100	95	83	88

	Mm	6.4	81	140	120	117	108	114	98	99	83
13	Mk	11.5	101	148	132	120	112	108	103	105	92
	Mm	11	109	160	133	128	147	103	103	102	103
14	Mk	6.47	102	142	134	128	120	86	92	120	108
	Mm	6.47	78	125	123	109	97	96	95	89	82
15	Mk	6.07	88	138	130	126	122	119	103	104	94
	Mm	9.34	88	126	109	95	94	89	99	86	81
16	Mk	12.17	90	148	139	132	126	116	109	96	86
	Mm	12.25	88	138	131	127	120	113	106	107	96
17	Mk	9.3	71	157	145	130	122	116	114	112	101
	Mm	7.3	82	113	102	106	103	105	106	100	100
18	Mk	7.33	92	140	132	112	98	94	98	96	93
	Mm	7.6	92	128	124	125	106	101	96	109	89
19	Mk	13.35	76	135	127	113	106	99	95	93	81
	Mm	14.1	85	161	152	112	109	98	92	90	84
20	Mk	7.39	89	109	108	106	106	104	96	95	100
	Mm	7.48	86	173	154	143	141	139	127	107	99

Mk : Kelompok Kontrol yang diberi minuman berkafein (25gram kopi Kapal Api dalam 200ml air)

Mm : Kelompok Perlakuan yang diberi minuman kopi minim kafein (25gram KOMIK dalam 200ml air)

## Lampiran C. Data Hasil Penelitian

C.1 Data  $VO_2max$  Hasil Percobaan pada Sukarelawan berdasarkan Waktu Terjadinya Kelelahan

NO	Kelompok	Waktu Kelelahan	$VO_2max$	Selisih $VO_2max$
1	Mk	6.25	20.87	3.428041
	Mm	7.36	24.3	
2	Mk	6.28	23.61	1.0512
	Mm	6.52	24.66	
3	Mk	10.17	34.8	12.05633
	Mm	13.03	46.86	
4	Mk	11.12	38.73	0.757515
	Mm	11.3	39.49	
5	Mk	9.42	31.8	16.24837
	Mm	13.31	48.05	
6	Mk	9.07	30.44	0.153823
	Mm	9.11	30.59	
7	Mk	7.05	26.98	0
	Mm	7.05	26.98	
8	Mk	6.58	24.92	6.2196
	Mm	8	31.14	
9	Mk	9.29	31.29	0.234035
	Mm	9.35	31.53	
10	Mk	10.19	40.73	0.7008
	Mm	10.03	40.03	

11	Mk	7.46	28.77	2.3652
	Mm	8	31.14	
12	Mk	8.54	33.51	9.3732
	Mm	6.4	24.13	
13	Mk	11.5	40.34	2.10575
	Mm	11	38.23	
14	Mk	6.47	24.44	0
	Mm	6.47	24.44	
15	Mk	6.07	22.69	14.3226
	Mm	9.34	37.01	
16	Mk	12.17	43.18	0.34139
	Mm	12.25	43.53	
17	Mk	9.3	36.83	8.76
	Mm	7.3	28.07	
18	Mk	7.33	24.2	0.903978
	Mm	7.6	25.1	
19	Mk	13.35	48.22	3.163305
	Mm	14.1	51.38	
20	Mk	7.39	28.47	0.3942
	Mm	7.48	28.86	

Mk : Kelompok Kontrol yang diberi minuman berkafein (25gram kopi Kapal Api dalam 200ml air)

Mm : Kelompok Perlakuan yang diberi minuman kopi minim kafein (25gram KOMIK dalam 200ml air)

C.2 Data  $VO_2max$  Hasil Percobaan pada Sukarelawan berdasarkan Denyut Nadi

NO	Kelompok	Denyut Nadi Postest	$VO_2max$	Selisih $VO_2max$
1	Mk	169	40.350	4.200
	Mm	159	44.550	
2	Mk	150	38.105	1.293
	Mm	143	39.398	
3	Mk	100	69.330	8.820
	Mm	121	60.510	
4	Mk	155	46.230	3.360
	Mm	147	49.590	
5	Mk	138	53.370	7.980
	Mm	157	45.390	
6	Mk	142	51.690	2.520
	Mm	148	49.170	
7	Mk	132	41.430	5.726
	Mm	101	47.155	
8	Mk	117	44.200	1.108
	Mm	123	43.092	
9	Mk	136	54.210	12.180
	Mm	165	42.030	
10	Mk	132	41.430	5.726
	Mm	163	35.704	
11	Mk	100	47.340	2.216
	Mm	112	45.124	
13	Mm	120	43.646	3.694
	Mk	140	39.952	

14	Mm	148	49.170	5.040
	Mk	160	44.130	
15	Mm	142	39.583	3.140
	Mk	125	42.723	
16	Mm	138	40.321	2.216
	Mk	126	42.538	
17	Mm	148	49.170	4.200
	Mk	138	53.370	
18	Mm	157	36.812	8.127
	Mk	113	44.939	
19	Mm	140	52.530	5.040
	Mk	128	57.570	
20	Mm	135	54.630	10.920
	Mk	161	43.710	
	Mk	109	45.678	11.821
	Mm	173	33.857	

Mk : Kelompok Kontrol yang diberi minuman berkafein (25gram kopi Kapal Api dalam 200ml air)

Mm : Kelompok Perlakuan yang diberi minuman kopi minim kafein (25gram KOMIK dalam 200ml air)

Lampiran D. Hasil Uji Statistik *T-Paired Test*

D.1 Uji Statistik T-Test  $VO_{2max}$  Berdasarkan Waktu Kelelahan

**Paired Samples Statistics**

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Kontrol	31,7407	20	7,6490	1,7104
	Perlakuan	33,7756	20	8,7124	1,9482

**Paired Samples Correlations**

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Kontrol & Perlakuan	20	,704	,001

**Paired Samples Test**

		Paired Differences				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Pair 1	Kontrol - Perlakuan	-2,0350	6,3664	1,4236	-5,0145	,9446

**Paired Samples Test**

		t	df	Sig. (2-tailed)
Pair 1	Kontrol - Perlakuan	-1,430	19	,169

D. 2 Uji Statistik T-Test  $VO_2max$  Berdasarkan Denyut Nadi

**Paired Samples Statistics**

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Kontrol	46,9612	20	7,6837	1,7181
	Perlakuan	45,2250	20	6,5078	1,4552

**Paired Samples Correlations**

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 Kontrol & Perlakuan	20	,614	,004

**Paired Samples Test**

		Paired Differences				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Pair 1	Kontrol - Perlakuan	1,7362	6,3249	1,4143	-1,2240	4,6963

**Paired Samples Test**

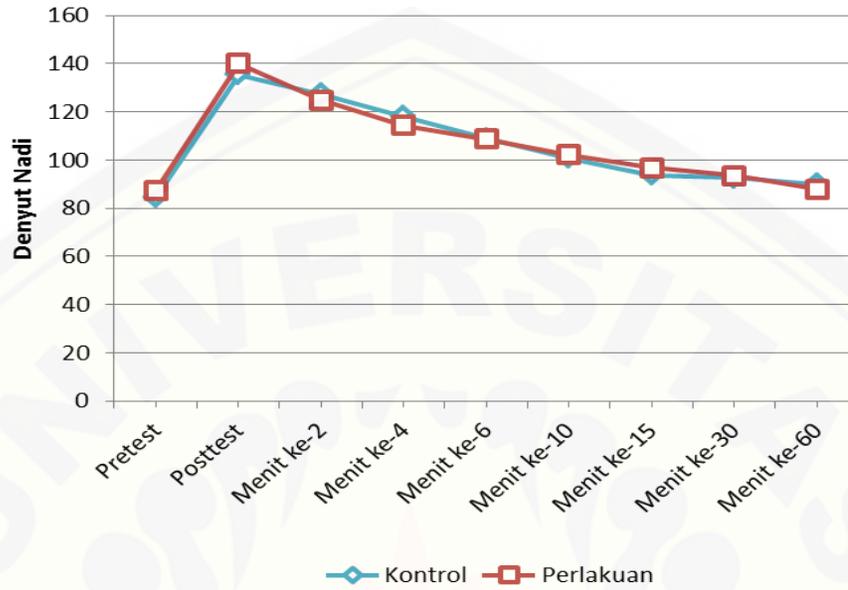
	t	df	Sig. (2-tailed)
Pair 1 Kontrol - Perlakuan	1,228	19	,235

D.3 Uji Statistik T-Test Denyut Nadi Latihan Kelompok Kontrol dan kelompok  
Perlakuan

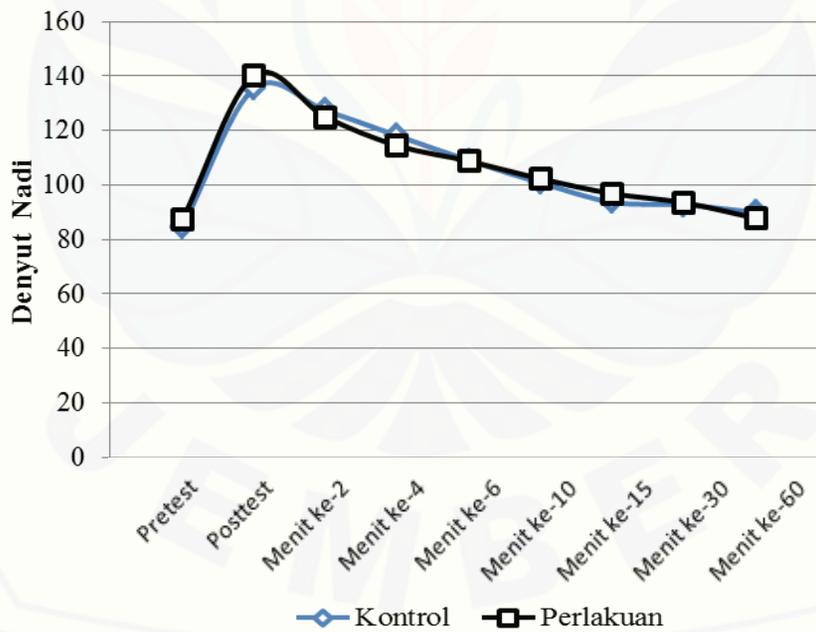
**Paired Samples Statistics**

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Kontrol	84,5000	20	11,1237	2,4873
	Perlakuan	87,1000	20	9,9361	2,2218
Pair 2	Kontrol	135,4000	20	18,4031	4,1151
	Perlakuan	140,1500	20	20,6583	4,6193
Pair 3	Kontrol	127,3500	20	13,2159	2,9552
	Perlakuan	124,9500	20	18,1644	4,0617
Pair 4	Kontrol	118,1000	20	11,5024	2,5720
	Perlakuan	114,4500	20	16,1456	3,6103
Pair 5	Kontrol	109,0000	20	12,7114	2,8423
	Perlakuan	108,8000	20	18,0543	4,0371
Pair 6	Kontrol	100,8000	20	12,0333	2,6907
	Perlakuan	102,2500	20	14,1788	3,1705
Pair 7	Kontrol	93,6500	20	13,4018	2,9967
	Perlakuan	96,8500	20	12,0537	2,6953
Pair 8	Kontrol	92,7000	20	12,8149	2,8655
	Perlakuan	93,5000	20	10,2212	2,2855
Pair 9	Kontrol	89,9500	20	9,2194	2,0615
	Perlakuan	87,8000	20	9,1110	2,0373

Grafik Linier



Grafik Poligonal



Uji T-Test Denyut Nadi Saat Latihan

**Paired Samples Statistics**

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Kontrol	135,4000	20	18,4031	4,1151
	Perlakuan	140,1500	20	20,6583	4,6193

**Paired Samples Correlations**

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 Kontrol & Perlakuan	20	,213	,368

**Paired Samples Test**

		Paired Differences				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Pair 1	Kontrol - Perlakuan	-4,7500	24,5719	5,4944	-16,2500	6,7500

**Paired Samples Test**

	t	df	Sig. (2-tailed)
Pair 1 Kontrol - Perlakuan	-,865	19	,398

Lampiran E. Hasil Uji Regresi Linier

E.1 Hasil Uji Regresi Linier Waktu Pemulihan Denyut Nadi Kelompok Kontrol

**Variables Entered/Removed<sup>d</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Waktu pemulihan <sup>a</sup>	,	Enter

- a. All requested variables entered.
- b. Dependent Variable: Kontrol

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,740 <sup>a</sup>	,548	,472	12,4172

- a. Predictors: (Constant), Waktu pemulihan

**ANOVA<sup>b</sup>**

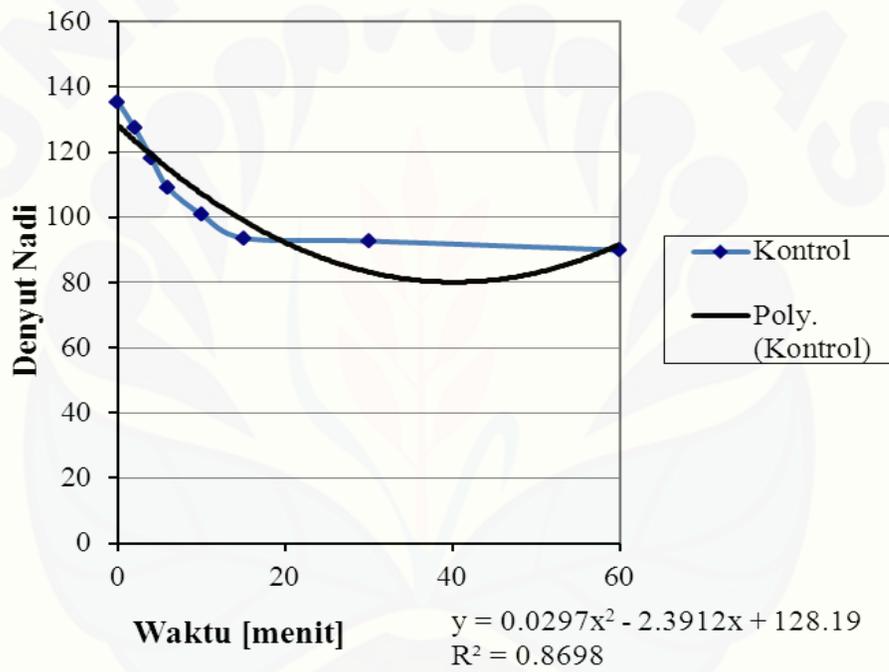
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1119,635	1	1119,635	7,262	,036 <sup>a</sup>
	Residual	925,125	6	154,187		
	Total	2044,760	7			

- a. Predictors: (Constant), Waktu pemulihan
- b. Dependent Variable: Kontrol

Coefficients<sup>a</sup>

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	118,293	5,730		20,643	,000
	Waktu pemulihan	-,625	,232	-,740	-2,695	,036

a. Dependent Variable: Kontrol



E.1 Hasil Uji Regresi Linier Waktu Pemulihan Denyut Nadi Kelompok Perlakuan

**Variables Entered/Removed<sup>a</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Waktu pemulihan <sup>a</sup>	,	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Perlakuan

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,319 <sup>a</sup>	,102	-,048	5034,8763

a. Predictors: (Constant), Waktu pemulihan

**ANOVA<sup>b</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	17225464	1	17225463,90	,680	,441 <sup>a</sup>
	Residual	1,52E+08	6	25349979,72		
	Total	1,69E+08	7			

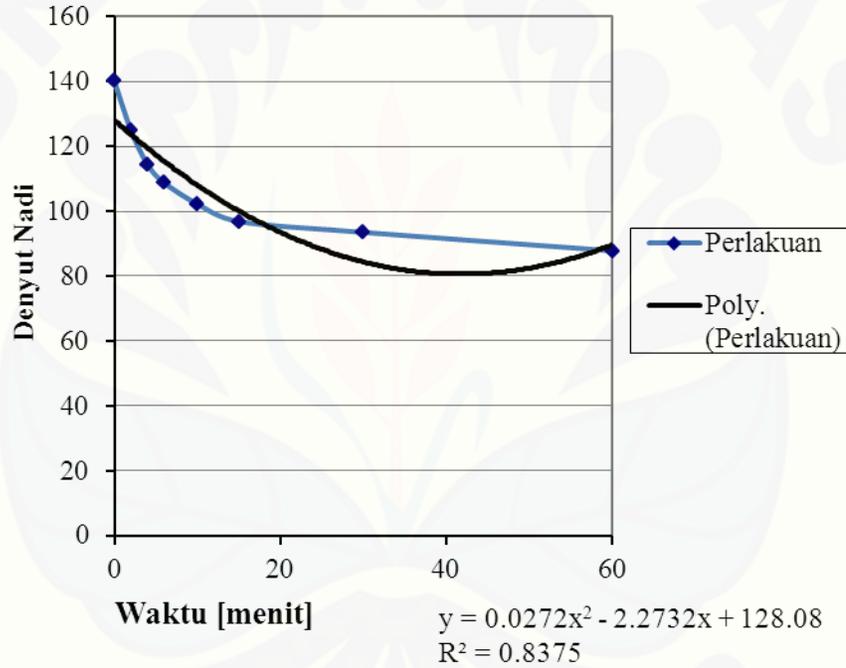
a. Predictors: (Constant), Waktu pemulihan

b. Dependent Variable: Perlakuan

Coefficients<sup>a</sup>

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	3073,917	2323,514		1,323	,234
	Waktu pemulihan	-77,541	94,067	-,319	-,824	,441

a. Dependent Variable: Perlakuan



Lampiran F. *Informed Consent* dan Pertanyaan Penelitian**Formulir Persetujuan  
(INFORMED CONSENT)**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama :  
Usia :  
Fakultas :  
Angkatan/NIM :  
Alamat :  
No. telp/HP :  
Nomor Subyek : (diisi oleh peneliti)

Menyatakan bersedia untuk menjadi subyek penelitian dari :

Nama : Chikita Rizqi Hanifati  
Angkatan/NIM : 2011/112010101017  
Fakultas : Fakultas Kedokteran Universitas Jember

Dengan judul penelitian “PENGARUH MINUMAN KOPI MINIM KAFEIN TERHADAP  $VO_2MAX$  DAN PEMULIHAN DENYUT NADI PASCA MELAKUKAN TREADMILL”

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 peneliti Chikita Rizqi Hanifati.

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

Jember,.....

Saksi

Subyek

( )

( )

**PENJELASAN MENGENAI PENELITIAN PENGARUH MINUMAN KOPI  
MINIM KAFEIN TERHADAP  $VO_2MAX$  PEMULIHAN DENYUT NADI  
PASCA MELAKUKAN TREADMILL**

Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Jember (Chikita Hanifati : 112010101017) sedang melakukan penelitian untuk mengetahui apakah terdapat hubungan antara efek farmakologis antara minuman kopi minim kafein terhadap peningkatan  $VO_2max$  (jumlah oksigen terbanyak yang dapat dikonsumsi selama aktivitas fisik yang intens) dan kecepatan pemulihan denyut nadi. Setelah melakukan pencarian, peneliti belum menemukan penelitian mengenai hal tersebut. Penelitian ini melibatkan 20 orang sukarelawan yang terdiri dari sukarelawan laki-laki dan perempuan yang termasuk dalam kategori dewasa muda.

Anda termasuk masyarakat umum dalam kategori dewasa muda yang memenuhi beberapa kriteria pada penelitian ini, oleh karena itu peneliti meminta anda untuk menjadi sukarelawan dalam penelitian yang akan dilakukan. Apabila anda bersedia ikut serta dalam penelitian ini, anda akan diminta untuk mengisi *informed consent* dan menjawab beberapa pertanyaan penelitian tentang riwayat kesehatan sistem pernapasan, jantung, dan ginjal, kemudian mengikuti prosedur penelitian ini.

Anda bebas menolak untuk ikut dalam penelitian ini. Apabila anda telah memutuskan untuk ikut, anda juga bebas untuk mengundurkan diri setiap saat. Apabila anda tidak mengikuti instruksi yang diberikan oleh peneliti, anda dapat dikeluarkan setiap saat dari penelitian ini. Semua data penelitian ini akan diperlakukan secara rahasia sehingga tidak memungkinkan orang lain menghubungkannya dengan anda.

Anda akan diberi kesempatan untuk menanyakan semua hal yang belum jelas sehubungan dengan penelitian ini. Bila sewaktu-waktu anda membutuhkan penjelasan, anda dapat menghubungi Chikita Hanifati, mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Jember pada nomor 081 333 891089.

**PERTANYAAN PENELITIAN**

1. Mengisi lembar INFORMED CONSENT

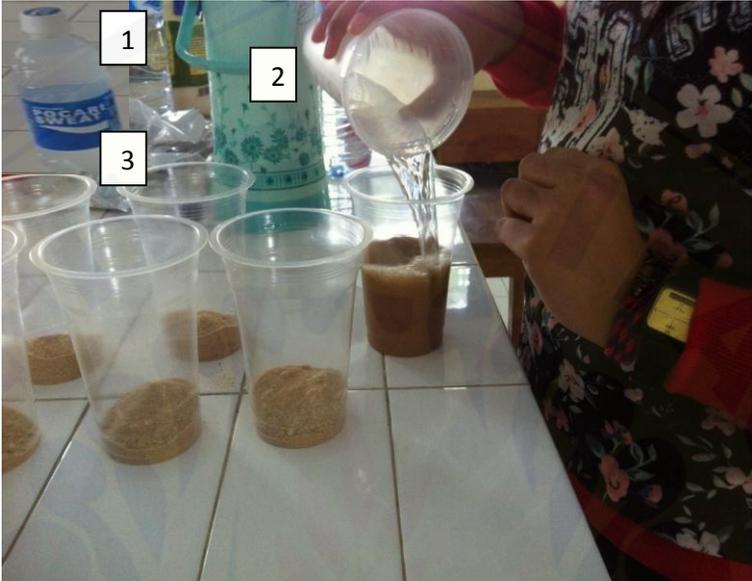
2. Identitas sukarelawan :

- Nama :
- Jenis Kelamin :
- Usia :
- Berat Badan :
- Tinggi Badan :
- Alamat :
- Pekerjaan :

3. Anamnesa:

- Riwayat Penyakit Sekarang
  - Apakah sedang sakit & memiliki keluhan tertentu? Adakah masalah dengan sistem pernapasan, jantung, atau ginjal?  
.....
  - Apakah anda sedang mengalami tekanan darah tinggi atau sesak napas?  
.....
  - Apakah anda sedang mengkonsumsi obat jenis tertentu?  
.....
- Riwayat Penyakit Dahulu
  - Penyakit apa saja yang pernah dialami?  
.....
- Riwayat Penyakit Keluarga
  - Apakah keluarga memiliki keluhan yang serupa?  
.....
- Riwayat Alergi  
.....

Lampiran G. Foto Penelitian





Keterangan:

1. Air mineral
2. Air panas
3. Minuman isotonik
4. Gelas ukur
5. Gelas minum
6. Kopi berkafein kemasan 25 gram
7. Kopi minim kafein kemasan 25 gram



Gambar 8. Alat P3K



Gambar 9. Sukarelawan Diukur tinggi dan berat badan oleh asisten peneliti



Gambar 10. Sukarelawan mengisi Informed Consent didampingi asisten peneliti



Gambar 12. Sukarelawan sedang melakukan *treadmill*



Gambar 13. Pengukuran denyut nadi sukarelawan



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

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 : 503 /H25.1.11/KE/2015

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 MINUMAN KOPI MINIM KAFEIN TERHADAP VO<sub>2</sub>max DAN PEMULIHAN DENYUT NADI PASCA MELAKUKAN TREADMILL**

Nama Peneliti Utama : Chikita Rizqi Hanifati (NIM. 112010101017)  
*Name of the principal investigator*

Nama Institusi : Fakultas Kedokteran Universitas Jember  
*Name of institution*

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



dr. Rini Riyanti, Sp.PK

**Tanggapan Anggota Komisi Etik**

(Diisi oleh Anggota Komisi Etik, berisi tanggapan sesuai dengan butir-butir isian diatas dan telaah terhadap Protokol maupun dokumen kelengkapan lainnya)

- Penelitian harus disamping oleh orang yang kompeten
- Subjek penelitian menanda tangani informed consent
- Adanya kompensasi untuk subjek penelitian

Jember, 19/3 2015



Nama: Ariyanti Riyanti, Sp.PK