



**PENGARUH KONSUMSI KOPI ROBUSTA TERHADAP
 VO_{2max} MENGGUNAKAN RUMUS HANSEN
MELALUI METODE *STEP TEST***

SKRIPSI

Oleh

**Adina Puspita Dewi Korima
NIM 132010101097**

**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS JEMBER
2017**



**PENGARUH KONSUMSI KOPI ROBUSTA TERHADAP
 VO_{2max} MENGGUNAKAN RUMUS HANSEN
MELALUI METODE *STEP TEST***

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Pendidikan Dokter (S-1)
dan mencapai gelar Sarjana Kedokteran

Oleh

**Adina Puspita Dewi Korima
NIM 132010101097**

**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS JEMBER
2017**

PERSEMBAHAN

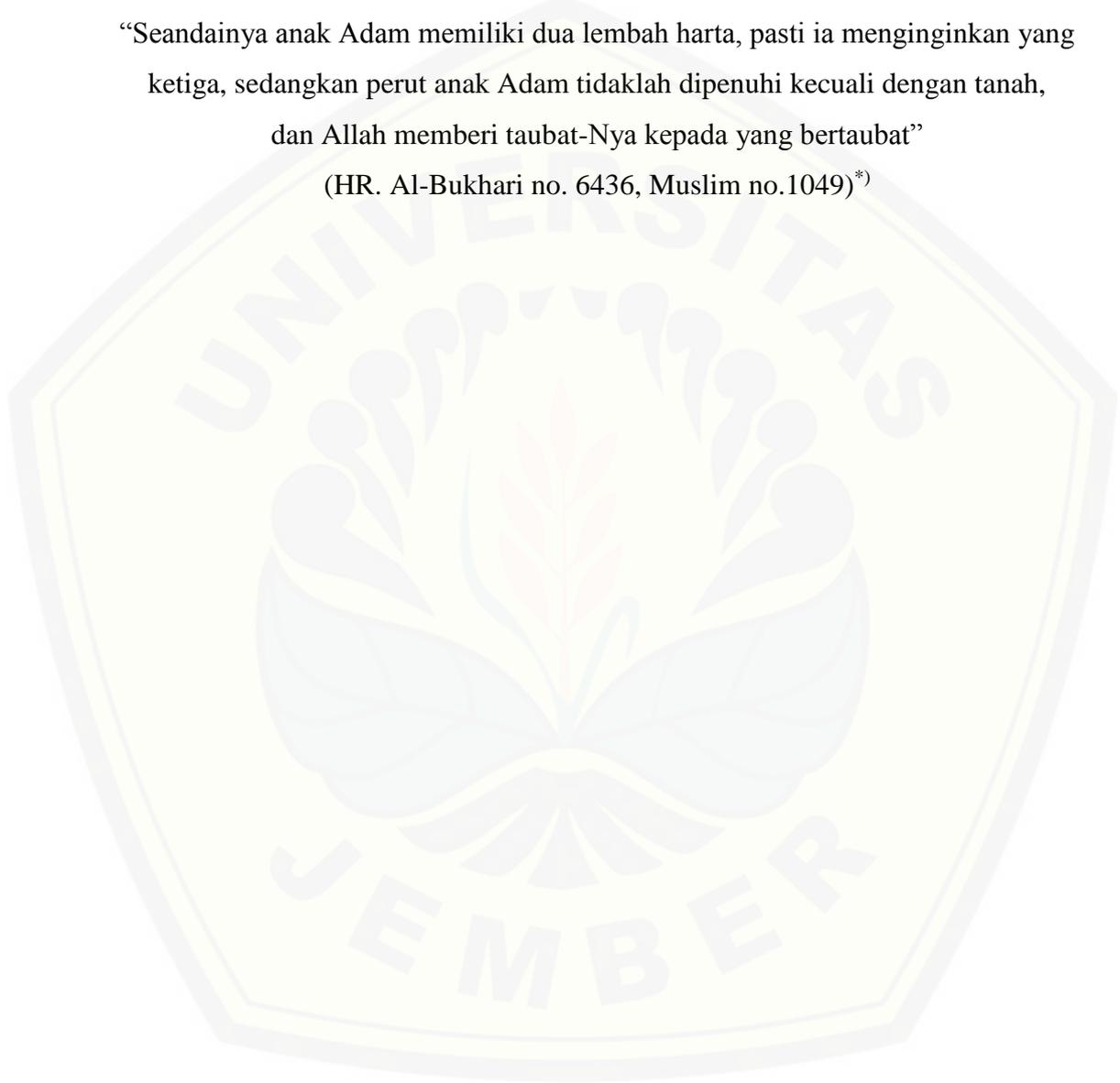
Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT, atas ridho, limpahan rahmat dan hidayah-Nya, beserta Nabi Muhammad SAW yang selalu menjadi junjungan dan tauladan dalam setiap langkah;
2. Ayahanda Karbi dan Ibunda Khusnul Khotimah tercinta yang senantiasa memberikan doa, dukungan, bimbingan, kasih sayang tiada henti serta pengorbanan yang telah dilakukan setiap waktu;
3. Kakak Alfino Validita Sidiq dan Adik Aurora Kharisma Bakti yang selalu memberikan dukungan dan motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini;
4. Guru-guru dari taman kanak-kanak sampai perguruan tinggi, yang telah memberikan ilmu dan mendidik saya dengan penuh kesabaran untuk menjadikan saya manusia yang berilmu dan bertakwa;
5. Almamater yang saya banggakan, Fakultas Kedokteran Universitas Jember.

MOTO

Rasulullah bersabda,

“Seandainya anak Adam memiliki dua lembah harta, pasti ia menginginkan yang ketiga, sedangkan perut anak Adam tidaklah dipenuhi kecuali dengan tanah, dan Allah memberi taubat-Nya kepada yang bertaubat”
(HR. Al-Bukhari no. 6436, Muslim no.1049)*)



*) Baraba', Fuad Hamzah. 2015. Rakusnya Manusia dan Fitnahnya Harta. <http://www.salamdakwah.com/baca-artikel/rakusnya-manusia-dan-fitnahnya-harta-.html>. [Diakses pada 6 Desember 2016]

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Adina Puspita Dewi Korima

NIM : 132010101097

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Pengaruh Konsumsi Kopi Robusta terhadap VO_{2max} Menggunakan Rumus Hansen melalui Metode *Step Test*” 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 di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 11 Januari 2017
Yang menyatakan,

Adina Puspita Dewi Korima
NIM 132010101097

SKRIPSI

**PENGARUH KONSUMSI KOPI ROBUSTA TERHADAP
 VO_{2max} MENGGUNAKAN RUMUS HANSEN
MELALUI METODE *STEP TEST***

Oleh

Adina Puspita Dewi Korima
NIM 132010101097

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. dr. Aris Prasetyo, M.Kes.

Dosen Pembimbing Anggota : dr. Jauhar Firdaus

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengaruh Konsumsi Kopi Robusta terhadap VO_{2max} Menggunakan Rumus Hansen melalui Metode *Step Test*” karya Adina Puspita Dewi Korima telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Rabu, 11 Januari 2017

tempat : Fakultas Kedokteran Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota I,

dr. Dwita Aryadina R., M.Kes.
NIP 19801027 200812 2 002

dr. Yohanes Sudarmanto, M.Med.Ed.
NIP 19840119 200912 1 007

Anggota II,

Anggota III,

Dr. dr. Aris Prasetyo, M.Kes.
NIP 19690203 199903 1 001

dr. Jauhar Firdaus
NIP 19830125 200812 1 001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Jember,

dr. Enny Suswati, M.Kes.
NIP 19700214 199903 2 001

RINGKASAN

Pengaruh Konsumsi Kopi Robusta terhadap VO_2max Menggunakan Rumus Hansen melalui Metode *Step Test*; Adina Puspita Dewi Korima, 132010101097; 2017; 37 halaman; Fakultas Kedokteran Universitas Jember.

Kebugaran tubuh diperlukan setiap orang untuk menunjang aktivitas sehari-hari sehingga produktivitas dapat meningkat. Salah satu cara untuk menilai kebugaran tubuh seseorang yaitu dengan menilai kebugaran kardiorespirasi. Menurut *World Health Organization* (WHO), indikator terbaik untuk mengukur kebugaran kardiorespirasi yaitu dengan mengukur volume oksigen maksimal atau VO_2max . VO_2max dapat diukur dengan berbagai macam metode, *step test* merupakan salah satu metode yang tergolong mudah dan murah dikarenakan alat yang digunakan sederhana dan tidak memerlukan lapangan atau lintasan yang luas. Nilai VO_2max diketahui dapat dipengaruhi oleh konsumsi kopi. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa, tenaga yang digunakan dalam tes pengukuran VO_2max lebih minimal apabila disertai dengan mengonsumsi kopi dibandingkan dengan mengonsumsi plasebo.

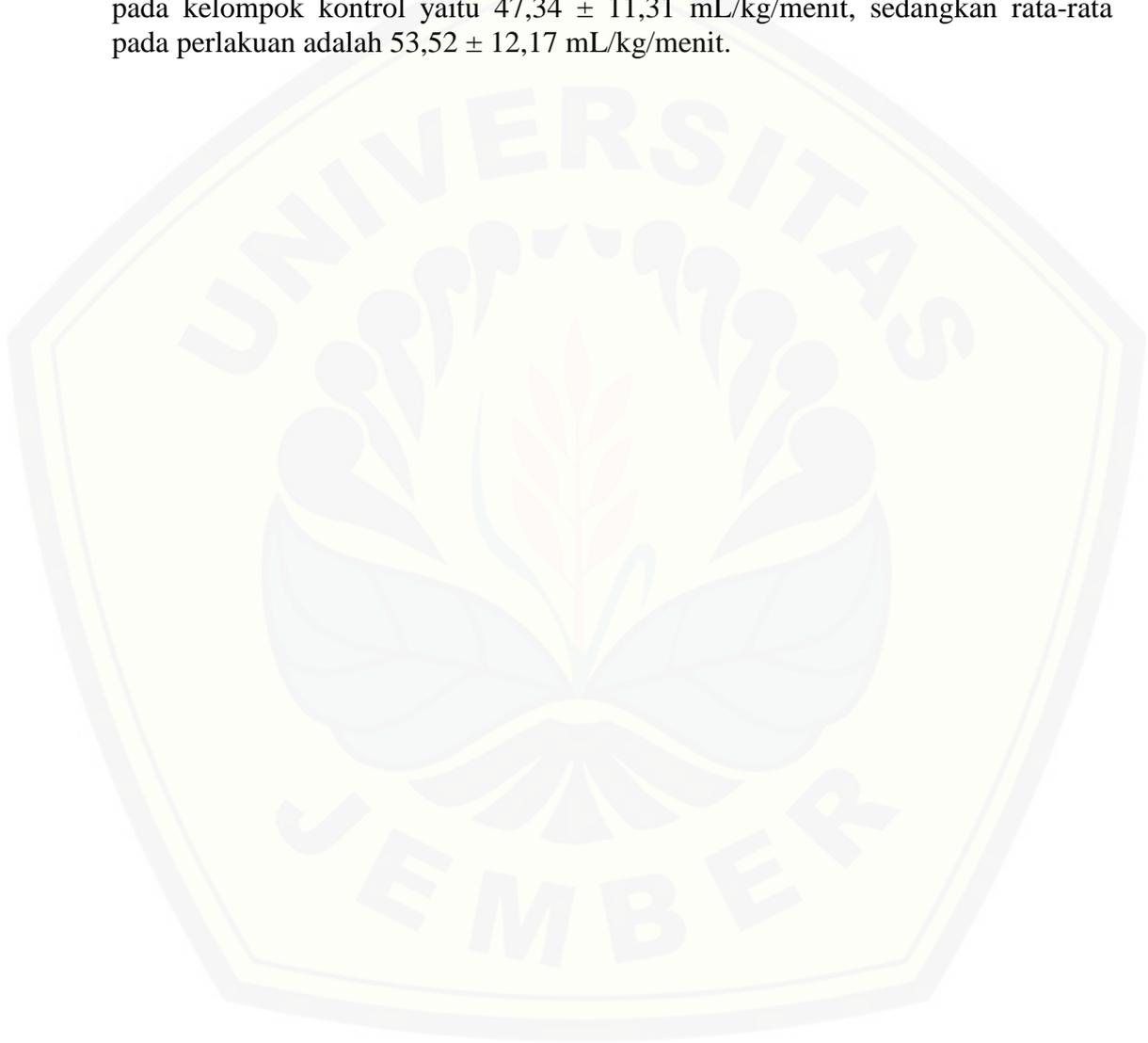
Kopi merupakan minuman yang sangat familiar di tengah-tengah masyarakat. Rata-rata prosentase peningkatan konsumsi kopi di Benua Asia sebesar 5-8% setiap tahun. Ada beberapa spesies dari kopi, tetapi yang sering dikonsumsi yaitu *Coffea arabica* (kopi arabika) dan *Coffea canephora* (kopi robusta). Di Indonesia kopi robusta lebih banyak ditanam dan diproduksi dibandingkan dengan kopi arabika. Selain itu kopi robusta memiliki kadar kafein yang lebih tinggi dibandingkan dengan kopi arabika.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsumsi kopi robusta terhadap VO_2max menggunakan rumus Hansen melalui metode *step test*. Hasil penelitian diharapkan dapat dijadikan sebagai landasan teoritis dan menambah wawasan peneliti mengenai pengaruh konsumsi kopi robusta terhadap VO_2max menggunakan rumus Hansen melalui metode *step test*.

Jenis penelitian ini adalah uji klinik (*clinical trial*). Dengan metode kuasi eksperimental. Desain penelitian yang digunakan adalah uji klinis rancangan silang (*cross over design clinical trial*). Pada penelitian ini dilakukan *double blind study*. Penelitian ini dilakukan pada 20 mahasiswa Universitas Jember yang dibagi menjadi 2 kelompok secara *simple random sampling* dengan metode undian yaitu kelompok kontrol dan kelompok perlakuan dimana masing-masing kelompok terdiri dari 10 orang. Kelompok kontrol diberi plasebo yaitu segelas perisa kopi moka yang terdiri dari 7,5 mL perisa kopi moka dan 150 mL air panas ditambah 8 gram gula, sedangkan kelompok perlakuan diberi segelas kopi robusta yang terdiri dari 4 gram kopi dan 8 gram gula yang diseduh dengan 150 mL air panas. Setelah periode *washing out* selama 3 hari kedua kelompok saling bertukar peran, kelompok kontrol akan menjadi kelompok perlakuan dan sebaliknya. Data yang diperoleh berupa nilai VO_2max dengan metode *step test* yang diukur dengan rumus yang menggunakan indeks kebugaran yang didapat dari waktu terjadi kelelahan dan *heart rate* dalam waktu 1-1,5, 2-2,5, dan 3-3,5. Data lainnya berupa

indeks massa tubuh, jenis kelamin, tinggi badan, *heart rate* maksimal saat dilakukan aktivitas (dihitung menit 0-1 saat setelah melakukan *step test*), dan umur sukarelawan. Kemudian dihasilkan nilai VO_2max dengan satuan liter/menit dan dirubah menjadi satuan mL/kg/menit. Data ini kemudian di uji normalitas menggunakan uji *Shapiro-Wilk*. Dan dilanjutkan ke uji komparatif uji T berpasangan (uji parametrik).

Hasil pada penelitian ini menunjukkan bahwa mengonsumsi kopi robusta meningkatkan nilai VO_2max . Dengan nilai p 0,001 dan rata-rata yang didapatkan pada kelompok kontrol yaitu $47,34 \pm 11,31$ mL/kg/menit, sedangkan rata-rata pada perlakuan adalah $53,52 \pm 12,17$ mL/kg/menit.



PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Konsumsi Kopi Robusta terhadap VO_2max Menggunakan Rumus Hansen melalui Metode *Step Test*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S-1) pada Fakultas Kedokteran Universitas Jember.

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

1. dr. Enny Suswati, M.Kes. selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Jember;
2. Dr. dr. Aris Prasetyo, M.Kes. selaku Dosen Pembimbing Utama dan dr. Jauhar Firdaus selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, tenaga, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
3. dr. Dwita Aryadina R., M.Kes. dan dr. Yohanes Sudarmanto, M.Med.Ed. selaku Dosen Penguji yang banyak memberikan kritik, saran, dan masukan yang membangun dalam penulisan skripsi ini;
4. seluruh staf pengajar dan karyawan Fakultas Kedokteran Universitas Jember atas bimbingan serta bantuannya selama ini;
5. ayahanda Karbi dan Ibunda Khusnul Khotimah tercinta, yang tak henti-hentinya selalu memberikan doa dan dukungannya, menjadi sumber inspirasi bagi penulis untuk terus mengejar cita-cita dan memberikan yang terbaik;
6. kakak Alfino Validita Sidiq dan Adik Aurora Kharisma Bakti tersayang yang selalu memberikan dukungan dan motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini;
7. Tommy Reza Novianto, yang selalu memberi semangat dengan caranya sendiri dan juga bersama-sama berjuang untuk menempuh pendidikan yang setinggi-tingginya;
8. sahabat-sahabatku Anisa, Tiara, Ulfi, Farih, Tania, Ade, Linda, Dara, Gifta, Finty, Dian, Hilda yang telah membantu, mendampingi, dan memberikan semangat yang tak henti dari awal hingga selesainya skripsi ini;

9. keluarga besar TBM VERTEX, atas ilmu dan kesempatan menjadi bagian dari persaudaraan yang hebat ini, semoga tetap jaya selalu;
10. keluarga besar VESALIUS 2013 yang telah menuliskan berbagai catatan tak terlupakan dalam kesejawatan ini;
11. para tim peneliti dan sukarelawan yang terlibat dalam penelitian ini yang telah meluangkan waktunya untuk membantu melengkapi dari penelitian ini;
12. semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, terimakasih atas segala bantuan dan kerjasamanya.

Penulis juga sangat menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan penulisan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 11 Januari 2017

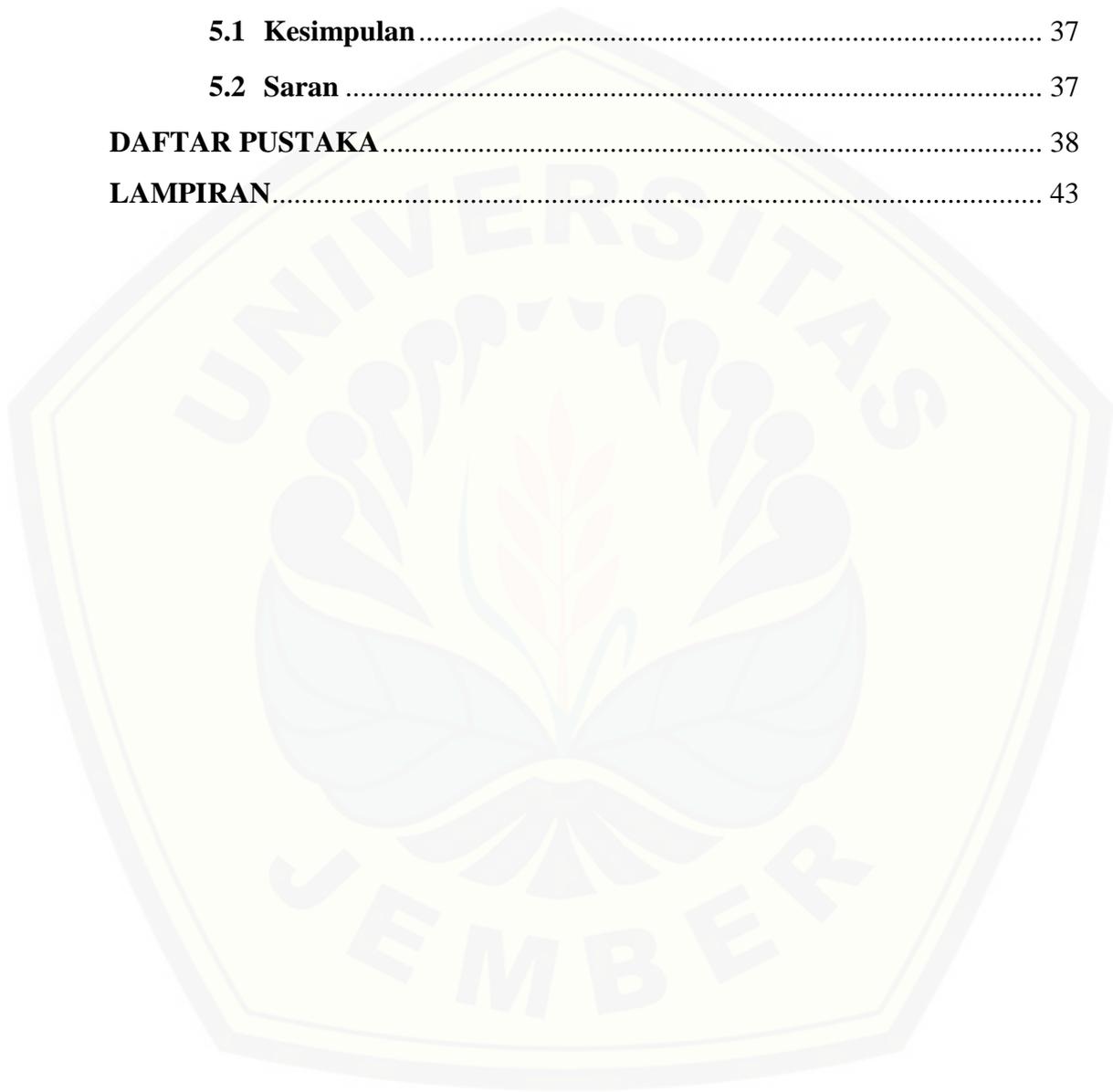
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN BIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kebugaran Kardiorespirasi	4
2.1.1 Konsumsi Oksigen Maksimal (VO_{2max})	5
2.1.2 <i>Step Test</i>	10
2.2 Kopi	11
2.2.1 Kandungan Kopi	12
2.2.2 Hasil Pengolahan Biji Kopi	12
2.2.3 Kopi Robusta	13
2.3 Kafein	14
2.3.1 Farmakokinetik	15

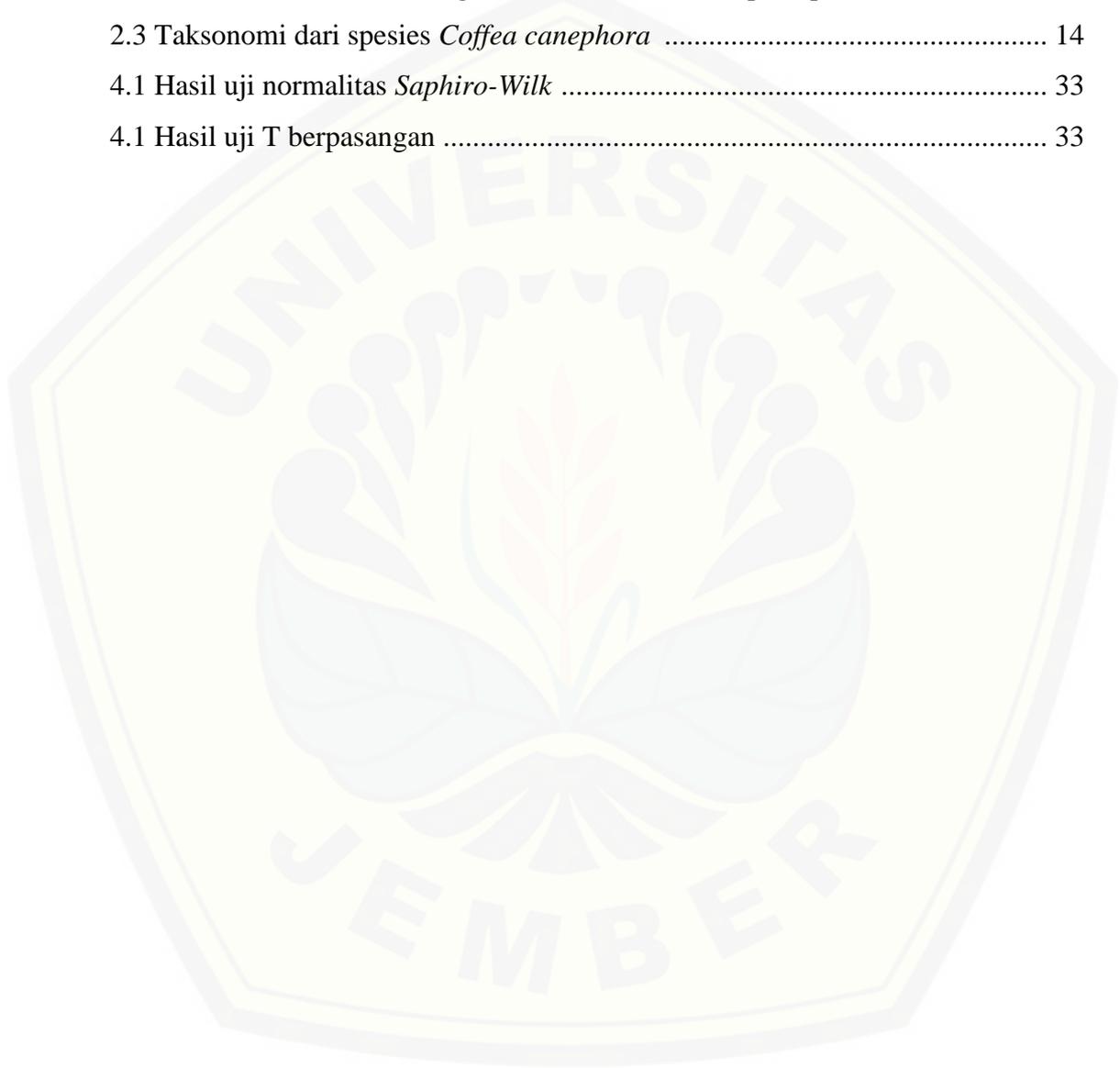
2.3.2 Efek Fisiologis Kafein	17
2.3.3 Toleransi Kafein.....	18
2.3.4 Efek Samping.....	19
2.4 Pengaruh Kopi terhadap VO_2max	19
2.5 Kerangka Konseptual	20
2.6 Hipotesis Penelitian.....	21
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	22
3.1 Jenis Penelitian.....	22
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	22
3.3 Populasi dan Sampel Penelitian.....	22
3.3.1 Populasi.....	22
3.3.2 Sampel.....	23
3.3.3 Kriteria Inklusi	23
3.3.4 Kriteria Eksklusi	23
3.4 Variabel Penelitian.....	24
3.5 Definisi Operasional.....	24
3.6 Rancangan Penelitian	25
3.7 Bahan dan Alat Penelitian.....	26
3.8 Prosedur Penelitian.....	26
3.8.1 Pengenalan Alat dan Teknik Gerakan pada Sukarelawan	26
3.8.2 Pembagian Kelompok Sukarelawan	26
3.8.3 Asisten Peneliti	27
3.8.4 Perlakuan terhadap Sukarelawan	27
3.9 Analisis Data.....	29
3.10 Uji Kelayakan Etik	29
3.11 Skema dan Alur Penelitian	30

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Hasil Penelitian	31
4.2 Pembahasan Hasil Penelitian	34
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	37
5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	43



DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Nilai normal volume oksigen maksimal (Vo_2max) pada wanita	5
2.2 Nilai normal volume oksigen maksimal (Vo_2max) pada pria	5
2.3 Taksonomi dari spesies <i>Coffea canephora</i>	14
4.1 Hasil uji normalitas <i>Saphiro-Wilk</i>	33
4.1 Hasil uji T berpasangan	33



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Grafik “ <i>Steady state</i> ” dari konsumsi oksigen atau VO_{2max}	7
2.2 <i>Step test</i>	10
2.3 Tanaman kopi	11
2.4 Rumus bangun kafein	14
2.5 Metabolisme kafein	16
2.5 Bagan kerangka konseptual	20
3.1 Rancangan penelitian	25
3.1 Skema dan alur penelitian	30
4.1 Jenis kelamin sukarelawan	31
4.2 Usia sukarelawan	31
4.3 IMT sukarelawan	32
4.4 Nilai rata-rata VO_{2max}	33

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 3.1 <i>Informed Consent</i>	43
Lampiran 3.2 Pertanyaan Penelitian	45
Lampiran 3.3 Keterangan Persetujuan Etik	47
Lampiran 3.4 Dokumentasi Penelitian	49
Lampiran 4.1 Karakteristik Sukarelawan	52
Lampiran 4.2 Data Perolehan VO_2max	53
Lampiran 4.3 Hasil Uji Normalitas <i>Saphiro-Wilk</i>	56
Lampiran 4.4 Hasil Uji T berpasangan (<i>Paired T-test</i>)	56

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebugaran tubuh diperlukan setiap orang untuk menunjang aktivitas sehari-hari sehingga produktivitas dapat meningkat. Salah satu cara untuk menilai kebugaran tubuh seseorang yaitu dengan menilai kebugaran kardiorespirasi. Penilaian kebugaran kardiorespirasi tidak hanya untuk mengukur dari kebiasaan aktivitas fisik seseorang, namun juga berguna sebagai indikator kesehatan, baik yang menunjukkan gejala maupun tidak. Kebugaran kardiorespirasi juga dapat dikaitkan dengan morbiditas dan mortalitas secara independen dari faktor resiko lain (Lee *et al.*, 2010).

Menurut *World Health Organization* (WHO), indikator terbaik untuk mengukur kebugaran kardiorespirasi yaitu dengan mengukur konsumsi oksigen maksimal atau VO_{2max} (Gajewska *et al.*, 2015). VO_{2max} adalah jumlah maksimal oksigen yang dapat dikonsumsi selama beraktivitas fisik secara terus-menerus hingga terjadi kelelahan. Nilai VO_{2max} bergantung pada keadaan kardiovaskular, respirasi, hematologi, dan kemampuan oksidatif dari otot (Rodrigues *et al.*, 2006).

VO_{2max} dapat diukur dengan berbagai macam metode, diantaranya tes *balke* dan tes *cooper* yang merupakan tes kebugaran lapangan. Tes *treadmill*, tes ergometer sepeda, dan tes bangku atau *step test* merupakan tes kebugaran laboratorium (Budiman, 2007). *Step test* merupakan salah satu metode yang tergolong mudah dan murah dikarenakan alat yang digunakan sederhana dan tidak memerlukan lapangan atau lintasan yang luas, sehingga metode ini dapat dilakukan di daerah-daerah yang terpelosok.

Nilai VO_{2max} diketahui dapat dipengaruhi oleh curah jantung maksimal, fungsi paru, komposisi tubuh, konsumsi minuman yang mengandung kafein seperti teh hitam dan kopi. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa, tenaga yang digunakan dalam tes pengukuran VO_{2max} lebih minimal apabila disertai dengan mengonsumsi kopi dibandingkan dengan mengonsumsi plasebo (Amelia *et al.*, 2015).

Kopi merupakan minuman yang sangat familiar ditengah-tengah masyarakat. Selain mudah didapat, harga kopi juga bervariasi, sehingga dari segala kalangan dapat menikmati minuman ini. Rata-rata presentase peningkatan konsumsi kopi di Benua Asia sebesar 5-8% setiap tahun (Panggabean, 2011). Ada beberapa spesies dari kopi, tetapi yang sering dikonsumsi yaitu *Coffea arabica* (kopi arabika) dan *Coffea canephora* (kopi robusta) (Kobelnik *et al.*, 2014).

Di Indonesia kopi robusta lebih banyak ditanam dan diproduksi dibandingkan dengan kopi arabika, dikarenakan kopi robusta lebih mudah ditanam di dataran rendah dan biaya perawatannya yang lebih ekonomis. Produksi kopi robusta tahun 2013 di Indonesia mencapai 509.557 ton dan untuk kopi arabika memproduksi 166.325 ton (Direktorat Jendral Perkebunan, 2014). Selain itu, kopi robusta memiliki kadar kafein yang lebih tinggi dibandingkan dengan kopi arabika yaitu mencapai 4,0%, sedangkan kopi arabika memiliki kandungan kadar kafein sebesar 1,4% (Mussatto *et al.*, 2011).

Kafein dalam kopi bertindak sebagai reseptor antagonis adenosin. Hal ini dapat berpengaruh terhadap sistem saraf pusat maupun perifer untuk mengurangi rasa nyeri, mengurangi persepsi penggunaan tenaga, dan meningkatkan sistem motorik tubuh (Hodgson *et al.*, 2013). Gugus methylxantin 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 *et al.*, 1994). Epinefrin bekerja pada otot polos bronkus menyebabkan bronkodilatasi, sehingga terjadi peningkatan ambilan oksigen dari paru-paru dan terjadi peningkatan nilai dari VO_2max (Murdanu *et al.*, 2016).

Penelitian yang dilakukan oleh Amelia *et al.* (2015) menyebutkan bahwa sukarelawan yang diberikan konsumsi kopi instan dengan kadar kafein 80-150 mg sebelum melakukan pengukuran VO_2max menggunakan metode *Modified Bruce Treadmill Test*, memiliki nilai VO_2max lebih tinggi dibandingkan yang diberikan minuman plasebo. Penelitian lain yang dilakukan oleh Valendra *et al.* (2015) didapatkan adanya perbedaan yang signifikan dari VO_2max saat sebelum dan

sesudah pemberian minuman berkafein. Hal ini ditunjukkan dengan responden yang mendapat kategori *excellent* pada VO_{2max} yang awalnya dari 49% meningkat menjadi 65%. Penelitian menggunakan metode *step test* belum pernah dilakukan yang mungkin akan memberikan hasil yang berbeda dari metode yang lainnya. Pada penelitian ini diharapkan dapat memberikan penjelasan tentang efektifitas kopi robusta dalam meningkatkan VO_{2max} yang sangat penting untuk parameter tingkat kebugaran dan kesehatan jasmani seseorang, dengan menggunakan rumus Hansen melalui metode *step test*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh konsumsi kopi robusta terhadap VO_{2max} menggunakan rumus Hansen melalui metode *step test*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsumsi kopi robusta terhadap VO_{2max} menggunakan rumus Hansen melalui metode *step test*.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut.

- a. Dapat dijadikan sebagai landasan teoritis tentang pengaruh konsumsi kopi robusta terhadap VO_{2max} menggunakan rumus Hansen melalui metode *step test*.
- b. Dapat menambah wawasan peneliti mengenai pengaruh konsumsi kopi robusta terhadap VO_{2max} menggunakan rumus Hansen melalui metode *step test*.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kebugaran Kardiorespirasi

Kebugaran kardiorespirasi adalah komponen kesehatan yang berhubungan dengan kebugaran fisik yang didefinisikan sebagai kemampuan dari peredaran darah, pernapasan, dan sistem otot untuk menyuplai oksigen selama aktivitas fisik. Hal ini biasanya dinyatakan dalam ekuivalen metabolik (*METs*) atau pengambilan oksigen maksimal (*VO_{2max}*). Kebugaran kardiorespirasi tidak hanya dapat mengukur kebiasaan melakukan aktifitas fisik, namun juga berguna sebagai indikator kesehatan baik simptomatik maupun asimtomatik pada pasien dalam praktek klinis (Lee *et al.*, 2010).

Kebugaran kardiorespirasi dapat diukur secara langsung dari *open circuit spirometry* atau dapat diperkirakan nilainya menggunakan pengukuran tidak langsung melalui tes latihan maksimal atau submaksimal yang umumnya menggunakan *treadmill* atau ergometer sepeda. Mengukur secara langsung tingkat kebugaran kardiorespirasi atau *VO_{2max}* akan lebih teliti, namun jika pengukuran langsung tidak dapat dilaksanakan dikarenakan kurangnya biaya, peralatan, dan fasilitas yang tersedia, pengukuran kebugaran kardiorespirasi dapat diperkirakan dengan menggunakan denyut jantung pada waktu kelelahan saat melakukan tes kebugaran (Lee *et al.*, 2010).

Tingkat dari kebugaran kardiorespirasi tergantung dari beberapa faktor, seperti aktivitas fisik, merokok, obesitas, kondisi medis, genetik, usia dan jenis kelamin. Namun, hal yang paling mempengaruhi yaitu aktivitas fisik. Setelah mencapai puncaknya pada usia 20-30 tahun, kebugaran kardiorespirasi mulai menurun sejalan dengan bertambahnya usia (Lee *et al.*, 2010).

Wanita memiliki kapasitas kebugaran keardiorespirasi 2 *METs* lebih rendah dibandingkan dengan laki-laki, hal ini dikaitkan dengan masa otot yang lebih kecil, hemoglobin dan volume darah yang lebih sedikit, dan kecilnya volume sekuncup. Diperkirakan rata-rata kapasitas kebugaran kardiorespirasi pada pria yaitu 12 *METs* dan 10 *METs* pada wanita yang berusia 20-49 tahun. Individu

yang memiliki obesitas memiliki kapasitas kebugaran kardiorespirasi sekitar 10-15% lebih rendah daripada individu yang tanpa obesitas (Lee *et al.*, 2010).

2.1.1 Konsumsi Oksigen Maksimal (VO_2max)

VO_2max adalah jumlah maksimum oksigen yang dapat ditangkap dan dikonsumsi oleh tubuh selama latihan yang intens sampai akhirnya terjadi kelelahan dalam mililiter yang dapat digunakan dalam satu menit per kilogram berat badan (mL/kg/menit) (Watulingas *et al.*, 2013).

Tingginya nilai VO_2max dianggap sebagai salah satu indikator yang baik dalam menentukan kebugaran kardiorespirasi individu. VO_2max adalah variabel utama dalam bidang fisiologi olahraga dan sering digunakan untuk menentukan keadaan kardiovaskuler dan respirasi seseorang. Peningkatan VO_2max adalah metode yang paling sering digunakan untuk menunjukkan efek dari suatu latihan (Basset dan Howley, 2000). Nilai normal volume oksigen maksimal dalam satuan mL/kg/menit dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Nilai normal volume oksigen maksimal (VO_2max) pada wanita

Umur	Buruk Sekali	Buruk	Rata-rata	Baik	Baik Sekali	Superior
20-29	<23.6	23.6 - 28.9	29.0 - 32.9	33.0 - 36.9	37.0 - 41.0	>41.0
30-39	<22.8	22.8 - 26.9	27.0 - 31.4	31.5 - 35.6	35.7 - 40.0	>40.0
40-49	<21.0	21.0 - 24.4	24.5 - 28.9	29.0 - 32.8	32.9 - 36.9	>36.9
50-59	<20.2	20.2 - 22.7	22.8 - 26.9	27.0 - 31.4	31.5 - 35.7	>35.7
60+	<17.5	17.5 - 20.1	20.2 - 24.4	24.5 - 30.2	30.3 - 31.4	>31.4

Sumber: Heyward, 1998

Tabel 2.2 Nilai normal volume oksigen maksimal (VO_2max) pada pria

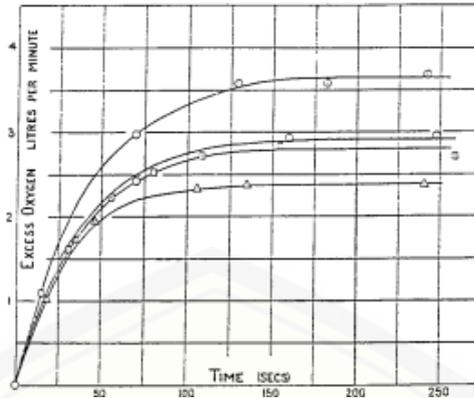
Umur	Buruk Sekali	Buruk	Rata-rata	Baik	Baik Sekali	Superior
20-29	<33.0	33.0 - 36.4	36.5 - 42.4	42.5 - 46.4	46.5 - 52.4	>52.4
30-39	<31.5	31.5 - 35.4	35.5 - 40.9	41.0 - 44.9	45.0 - 49.4	>49.4
40-49	<30.2	30.2 - 33.5	33.6 - 38.9	39.0 - 43.7	43.8 - 48.0	>48.0
50-59	<26.1	26.1 - 30.9	31.0 - 35.7	35.8 - 40.9	41.0 - 45.3	>45.3
60+	<20.5	20.5 - 26.0	26.1 - 32.2	32.3 - 36.4	36.5 - 44.2	>44.2

Sumber: Heyward, 1998

VO_2max merupakan jumlah dari oksigen yang diangkut dan digunakan di metabolisme sel. Satu ekuivalen metabolik ($METs$) setara dengan 3,5 mL/kg/menit. Tinggi rendahnya nilai VO_2max dipengaruhi oleh usia, jenis kelamin, kebiasaan berolahraga, faktor keturunan, dan status kesehatan dari kardiovaskular. Nilai maksimal dari VO_2max adalah antara usia 15-30 tahun, dan menurun secara progresif dengan bertambahnya usia. Penurunan VO_2max rata-rata 8-10% per dekade bagi kedua populasi yaitu yang aktif dalam berolahraga maupun yang tidak (Fletcher *et al.*, 2001).

Pada perempuan, nilai VO_2max lebih rendah dibandingkan laki-laki dikarenakan masa otot yang lebih kecil, hemoglobin dan volume darah yang lebih rendah, dan juga volume sekuncup yang lebih kecil. Kebiasaan berolahraga juga mempengaruhi dari besar kecilnya VO_2max . Disebutkan pada penelitian, pria sehat yang beristirahat di tempat tidur selama tiga minggu akan mengalami penurunan kadar VO_2max sebanyak 25%. Sedangkan pada pria muda yang cukup aktif berolahraga nilai dari VO_2max nya sebesar 12 $METs$, sedangkan individu yang melakukan aktifitas aerobik dapat memiliki VO_2max setinggi 18-24 $METs$ atau setara dengan 60-85 mL/kg/menit (Fletcher *et al.*, 2001). Selain itu, nilai VO_2max juga bergantung pada keadaan kardiovaskular, respirasi, hematologi, dan kemampuan oksidatif dari otot (Rodrigues *et al.*, 2006).

Jika seseorang melakukan aktivitas, semakin berat aktivitas yang dilakukan, maka semakin tinggi pula konsumsi oksigen yang dibutuhkan. Seseorang yang melakukan latihan akan terus-menerus diikuti oleh kenaikan konsumsi oksigen, namun pada saat tertentu, tubuh seseorang sudah lelah dan sudah tidak dapat diikuti oleh penambahan konsumsi oksigen atau konstan maka hal ini dapat disebut sebagai volume oksigen maksimal. Apabila hal ini digambarkan melalui sebuah kurva, konsumsi oksigen akan memperlihatkan gambar mendatar atau *plateu* yang dapat dilihat pada Gambar 2.1. Keadaan ini dikatakan VO_2max sudah tercapai (Basset dan Howley, 2000).



Gambar 2.1 Grafik “*Steady state*” dari konsumsi oksigen atau VO_{2max} (Basset dan Howley, 2000)

a. Faktor yang Menentukan Besarnya VO_{2max}

Beberapa faktor fisiologis yang menentukan besarnya VO_{2max} yaitu.

1) Curah jantung maksimal

Curah jantung maksimal merupakan faktor utama dalam perbedaan nilai dari VO_{2max} pada setiap individu (Basset dan Howley, 2000). Pada subyek yang terbiasa berolahraga, didapatkan denyut jantung yang lebih rendah pada aktivitas submaksimal yang sejalan dengan peningkatan volume sekuncup. Pada penelitian yang menggunakan sukarelawan pria dan wanita pada usia yang sama menunjukkan variasi volume sekuncup maksimal, peningkatan denyut jantung, dan ekstraksi oksigen sistemik. Pada aktivitas fisik maksimal, hampir seluruh oksigen yang tersedia diekstraksi dari darah dan diperfusi ke otot yang aktif (Hanifati, 2015).

2) Fungsi paru

Udara secara bergantian bergerak keluar masuk dalam paru-paru, sehingga dapat terjadi pertukaran udara antara lingkungan eksternal dengan alveolus paru-paru. Pertukaran tersebut dilaksanakan oleh mekanisme ventilasi atau pernapasan. Kecepatan ventilasi yang telah diatur sehingga aliran udara antara lingkungan eksternal dan internal dalam alveolus disesuaikan dengan kebutuhan metabolik tubuh untuk menyerap oksigen dan mengeluarkan karbondioksida. O_2 dan CO_2 dipertukarkan antara udara di alveolus dan darah di dalam kapiler pulmonalis melalui sebuah proses difusi (Sherwood, 2001). Ketika seseorang sedang

melakukan aktifitas, akan terjadi peningkatan dari ventilasi. Peningkatan ventilasi ini berbanding lurus dengan peningkatan konsumsi oksigen. Peningkatan ventilasi bertujuan untuk memenuhi kebutuhan oksigen yang meningkat saat melakukan aktifitas fisik (Hanifati, 2015).

3) Kapasitas pengangkutan oksigen

Sel darah merah mengandung hemoglobin yang berfungsi untuk 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 doping, darah dapat meningkatkan VO_{2max} sebesar 4-9%. Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui hubungan antara peningkatan jumlah sel darah merah dengan peningkatan VO_{2max} (Hanifati, 2015).

4) 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 nilai VO_{2max} (Astuti, 2009).

5) Kemampuan 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 mengonsumsi 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.

b. Pengukuran VO_{2max}

Penentuan nilai dari VO_{2max} telah diakui sebagai indeks terbaik pada kebugaran kardiorespirasi seseorang (Gajewska *et al.*, 2015). VO_{2max} dapat dinilai dengan berbagai teknik, baik secara langsung maupun tidak langsung dengan diprediksi menggunakan berbagai metode (Budiman, 2007). Berikut ini terdapat beberapa metode untuk mengukur besarnya VO_{2max} .

1) Tes kebugaran lapangan

Tes ini mudah untuk dilaksanakan, tidak memerlukan alat khusus, dan dapat dilakukan secara masal. Sehingga dapat meminimalisir dana dan juga waktu yang dibutuhkan. Namun tes ini tidak dapat memonitor tekanan darah dan denyut jantung, selain itu juga tidak sesuai untuk individu yang memiliki risiko komplikasi kardiovaskuler atau muskuloskeletal. Pada tes ini, sukarelawan diminta untuk melakukan suatu latihan dengan jarak tertentu atau waktu yang telah ditetapkan untuk memprediksi nilai VO_2max . Tes ini umumnya menuntut upaya yang maksimal untuk memperoleh hasil terbaik dalam menentukan hasil akhir. Tes yang dilakukan meliputi berjalan, berjalan dan berlari, berlari, bersepeda, dan berenang (Hanifati, 2015). Beberapa variasi dari tes ini adalah tes *Balke* yaitu lari selama 15 menit, tes *Cooper* yaitu lari selama 12 menit dan MST atau *multistage progressive shuttle run test* (Budiman, 2007).

2) Tes kebugaran laboratorium

Beberapa tes kebugaran laboratorium diantaranya, *step test*, *cycle ergometry*, dan *treadmill*. *Cycle ergometry* atau ergometer sepeda adalah tes kebugaran yang menggunakan sepeda sebagai alat yang dirancang dengan kecepatan kayuhan yang sudah ditetapkan dan memberikan pembebanan pada kayuhannya secara bertahap setiap menitnya sampai sukarelawan merasa kelelahan. *Cycle ergometry* terdapat dalam bentuk mekanik maupun elektrik dan dapat digunakan dalam posisi tegak lurus maupun supinasi. Saat pelaksanaan tes dilakukan monitoring EKG dan pengukuran tekanan darah setiap 3 menit (Storer *et al.*, 1990).

Pada *treadmill*, keuntungan dari digunakannya tes ini adalah nilai beban yang konstan, kemudahan dalam pengaturan beban kerja yang diinginkan, dan mudah dilakukan. Namun tes ini memerlukan alat yang terbatas dan mahal, serta pengujiannya harus satu-persatu sehingga harus membutuhkan waktu yang lama. (Hanifati, 2015).

2.1.2 Step Test

Step test ini mudah dilakukan dan tidak membutuhkan biaya yang besar. Variabel-variabel dalam rumus yang digunakan dalam menghitung besarnya VO_2max juga dengan mudah didapatkan pada individu yang sedang melakukan tes.

Pada tes ini sukarelawan diminta melangkah ke atas dan ke bawah seperti yang terlihat pada Gambar 2.2. Tinggi bangku yang disesuaikan dengan tinggi badan yaitu dibawah dan/atau diatas 170 cm. Untuk tinggi badan tepat atau dibawah 170 cm menggunakan tinggi bangku ukuran 33 cm, dan yang untuk diatas 170 cm menggunakan bangku ukuran 40 cm. Tes ini dilakukan selama 5 menit atau sampai sukarelawan merasa kelelahan. Setelahnya dihitung denyut nadi pada menit 0-1 (HRmax), 1-1,5 (HR1), 2-2,5 (HR 2), dan 3-3,5 (HR 3) (Hansen *et al.*, 2015).



Gambar 2.2 *Step test* (Sumber: Stuckey *et al.*, 2012)

Pada pengukuran VO_2max dalam metode ini, dilakukan perhitungan indeks kebugaran terlebih dahulu, dengan rumus berikut:

$$\text{Indeks Kebugaran} = \text{durasi } \textit{step test} \text{ (dalam detik)} \times 100 / (\text{HR1} + \text{HR2} + \text{HR3})$$

Kemudian indeks kebugaran yang didapat, dimasukkan dalam rumus perhitungan VO_{2max} , yaitu:

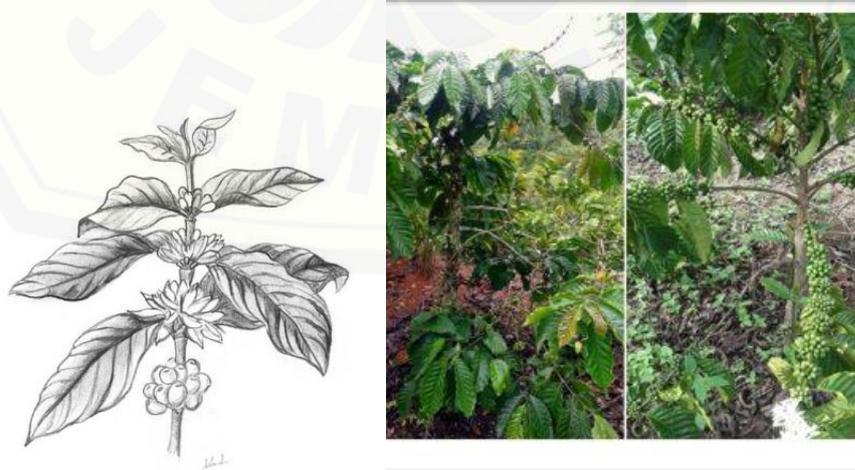
$$VO_{2max} = 0,054(\text{BMI}) + 0,612(\text{jenis kelamin}) + 3,359 (\text{tinggi dalam meter}) + 0,019(\text{indeks kebugaran}) - 0,012(\text{HRmax}) - 0,011(\text{umur}) - 3,475$$

(Hansen *et al.*, 2015).

2.2 Kopi

Tanaman kopi termasuk subkingdom *Angiospermae*, family *Rubiaceae*, dan genus *Coffea*. *Coffea* memiliki 90 spesies, namun banyak penelitian hanya difokuskan pada 25 spesies saja. Dan dari 25 spesies tersebut, terdapat 2 kopi yang bernilai jual tinggi. Yakni *Coffea arabica* (kopi arabika) dan *Coffea canephora* (kopi robusta). Tanaman kopi dapat hidup di alam sekitar 10-15 tahun, namun produksi buahnya bisa berhenti jauh sebelum itu. Sehingga dalam menanam kopi dibutuhkan penanaman bibit-bibit baru untuk terus dapat panen (Preedy, 2014).

Tumbuhan kopi memiliki bentuk bermacam-macam sesuai dengan spesiesnya. Namun, secara umum pohon kopi memiliki batang utama dengan cabang primer, sekunder dan tersier. Daun tanaman kopi nampak licin, bergelombang, dan berwarna hijau gelap dengan tulang daun yang mencolok seperti yang terlihat pada Gambar 2.3 (Preedy, 2014).



Gambar 2.3 Tanaman kopi (Sumber: Preedy, 2014 dan Sahrizal, 2016)

Pengolahan biji kopi berawal dari pemanenan buah kopi yang telah matang dan dipisahkan biji dari buahnya. Kemudian memasuki tahap pengolahan kering, semi kering, maupun basah. Untuk pengolahan biji kering biasanya biji kopi dijemur selama 1-2 minggu sampai kelembapannya tersisa 10-12% agar terhindar dari bakteri dan juga jamur, sedangkan pada pengolahan semi kering maupun basah menggunakan metode yang lebih canggih dengan pembuangan ampas, perendaman, dan fermentasi selama 12-36 jam. Saat fermentasi berlangsung akan secara alami penambahan mikroorganisme maupun enzim, kadar keasaman meningkat dengan menurunnya pH menjadi 4,5. Perbedaan terbesar keduanya yaitu pada pengolahan basah sebagian besar bahan telah terbuang saat dan sesudah fermentasi sebelum biji benar-benar dikeringkan (Preedy, 2014).

2.2.1 Kandungan Kopi

Kafein merupakan kandungan yang paling diketahui dalam kopi. Pada kopi arabika ditemukan kadar kafein antara 0,8% sampai 1,4%, sedangkan pada kopi robusta kandungan kafeinnya mencapai 1,7% hingga 4,0%. Selain itu, kopi juga memiliki kandungan yang lain, seperti selulosa, mineral, gula, lemak, *tannin*, *polyphenol*, asam amino dan vitamin B kompleks. Mineral tersebut meliputi kalium, magnesium, kalsium, natrium, zat besi, mangan, dan sebagainya. Sedangkan untuk gula mengandung komponen sukrosa, glukosa, fruktosa, *arabinose*, galaktosa, dan *mannose*. Kopi juga mengandung *chlorogenic acid* sekitar 7-12%. Kandungan ini mencapai 3-5 kali lipat dibandingkan dengan kadar kafein (Mussatto *et al.*, 2011).

2.2.2 Hasil Pengolahan Biji Kopi

a. Kopi bubuk

Pengolahan kopi bubuk terdapat 3 tahapan yaitu penyangraian, penggilingan, dan pengemasan akhir. Penyangraian sangat menentukan warna dan cita rasa produk kopi yang akan di konsumsi, sedangkan penggilingan dapat menghaluskan biji kopi sehingga dapat dihasilkan kopi bubuk kasar, bubuk

sedang, bubuk halus, dan bubuk sangat halus. Pilihan kopi bubuk kasar ataupun halusnya berkaitan dengan cara menyeduh kopi yang digemari oleh masyarakat (Ridwansyah, 2003). Kopi bubuk mempunyai kandungan kafein sebesar 83 mg per 150 mL (Barone dan Roberts, 1996).

Rasa dan aroma dari kopi tergantung dari proses dari penyangraian atau *roasting* biji kopi. Perubahan yang signifikan terjadi pada komposisi kimia pada kopi saat proses sangrai, dan beberapa zat terdegradasi atau berinteraksi dengan membentuk produk yang lebih kompleks. Untuk alasan tersebut, kopi adalah bahan makanan yang menjalani perubahan terbesar saat mengalami pengolahan (Preedy, 2014).

b. Kopi instan

Produksi kopi instan biasanya melibatkan proses dari kopi *roasting* yang menggunakan tekanan yang tinggi untuk mengekstraksi untuk menjadikan dapat larut dalam air. Bahan yang larut air ini kemudian didinginkan dan beberapa kali di-*sentrifuge*, kemudian dihangatkan untuk mengatur kepekatan dan dikeringkan pada *freeze-drying* untuk mereduksi kelembapan sekitar 5% (Chu, 2012).

Ekstraksi ini bertujuan untuk memisahkan kopi dari ampasnya. Proses pengeringan bertujuan untuk menambah daya larut kopi terhadap air, sehingga kopi instan tidak meninggalkan endapan saat diseduh dengan air (Ridwansyah, 2003). Pengusaha kopi menggunakan teknik secara berbeda-beda untuk meningkatkan kualitas penampilan dan rasa dari produk final mereka. Kopi instan ini lebih sering menggunakan biji kopi robusta. Baik murni maupun campuran, tentunya dengan presentase kopi robusta yang lebih tinggi. Hal ini dikarenakan biji kopi robusta memiliki kadar padatan terlarut yang lebih tinggi sehingga menghasilkan produk yang lebih banyak (Chu, 2012). Kopi instan mempunyai kandungan kafein sebesar 66 mg dalam 150 mL (Barone dan Roberts, 1996).

2.2.3 Kopi Robusta

Pohon kopi robusta memiliki tinggi pohon yang mencapai 10 meter, tumbuh di dataran rendah dan suhu yang hangat. Namun pohon ini rentan terkena penyakit. Taksonomi dari spesies kopi robusta (*Coffea canephora*) terdapat dalam

Tabel 2.3. Kopi robusta memiliki kualitas dan nilai jual yang lebih rendah dibandingkan kopi arabika (Preedy, 2014).

Tabel 2.3 Taksonomi dari spesies *Coffea canephora*

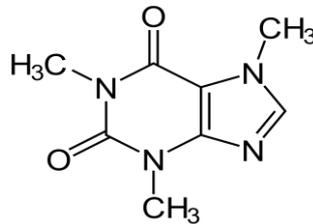
Kingdom	Vegetable
Subkingdom	<i>Angiospermae</i>
Class	<i>Dicotyledone</i>
Subclass	<i>Sympetalae</i> atau <i>Metachlamydae</i>
Order	<i>Rubiales</i>
Family	<i>Rubiceae</i>
Genus	<i>Coffea</i>
Subgenus	<i>Eucoffea</i>
Species	<i>Coffea canephora</i>

Tanaman kopi jenis robusta memiliki adaptasi yang lebih baik dibandingkan dengan kopi jenis arabika. Areal perkebunan kopi jenis robusta di Indonesia relatif luas. Pasalnya, kopi jenis robusta dapat tumbuh di ketinggian yang lebih rendah dibandingkan dengan lokasi perkebunan arabika (Panggabean, 2011).

Kopi jenis robusta yang asli sudah hampir hilang. Saat ini, beberapa jenis robusta sudah tercampur menjadi klon atau hibrida. Produksi kopi jenis robusta secara umum dapat mencapai 800-2.000 kg/hektar/tahun. Karakteristik fisik biji kopi robusta, yaitu biji kopi agak bulat, lengkungan biji lebih tebal dibandingkan dengan jenis arabika, garis tengah atau parit dari atas kebawah hampir rata, dan untuk biji yang sudah diolah, tidak terdapat kulit ari di lekukan atau parit (Panggabean, 2011).

2.3 Kafein

Seperti pada Gambar 2.4, kafein merupakan alkaloid dengan rumus senyawa kimia $C_8H_{10}N_4O_2$ dan rumus bangun *1,3,7-trimethylxantine*. Kafein berbentuk kristal panjang, berwarna putih seperti sutra, memiliki rasa pahit dan tidak berbau (Ridwansyah, 2003).



Gambar 2.4 Rumus bangun kafein (Sumber: Suyono, 2016)

Kafein adalah zat alami yang ditemukan dalam daun, biji, dan atau buah-buahan dari kurang lebih 63 spesies tanaman di seluruh dunia dan bagian dari kelompok senyawa yang dikenal sebagai *methylxanthines*. Sumber kafein paling umum adalah kopi, teh, dan kola (Frary *et al.*, 2005). Jumlah kafein dalam produk makanan bervariasi, dalam satu cangkir kopi 8 ons biasanya terdapat 65-120 mg kafein, dalam satu porsi cangkir teh 8 ons terdapat 20-90 mg, dan dalam 12 ons kaleng minuman ringan terdapat 30-60 mg kafein (Knight *et al.*, 2004).

International Food Information Council Foundation (IFIC) menyatakan bahwa batas aman konsumsi kafein yang masuk ke dalam tubuh perharinya adalah 120 mg/hari atau 1,73 mg/kgBB, sedangkan untuk anak-anak dibawah 14-22 mg. dengan jumlah ini, tubuh sudah mengalami peningkatan aktivitas yang cukup untuk membuat tetap terjaga. Namun terdapat studi lain yang menyatakan bahwa asupan moderat kafein yaitu 300 mg/hari untuk orang dewasa. Beberapa individu akan memberikan efek pada dosis dibawah itu tergantung tingkat sensitivitasnya masing-masing terhadap kafein (Suyono, 2016).

2.3.1 Farmakokinetik

Kafein diserap sepenuhnya oleh tubuh melalui usus halus dalam waktu 45 menit setelah penyerapan dan disebarkan ke seluruh jaringan tubuh. Pada orang dewasa sehat, sekitar setengah dari kafein itu hilang dalam waktu 4-6 jam dan 75% dibersihkan dalam waktu 6-7 jam. Sedangkan pada wanita yang memakai kontrasepsi oral waktu penyerapannya adalah 5-10 jam. Pada bayi dan anak memiliki jangka waktu penyerapan lebih panjang yaitu 30 jam (Suyono, 2016).

Kafein diuraikan dalam hati oleh sistem enzim sitokrom P450 oksidase kepada 3 *dimethylxanthin* metabolik seperti pada Gambar 2.5, yaitu:

a. *Paraxanthine* (84%)

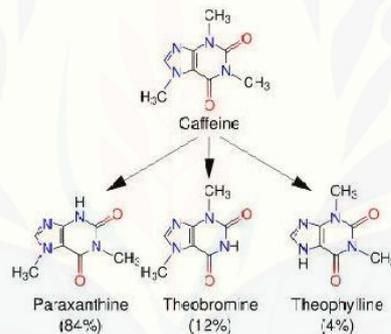
Paraxanthine mempunyai efek meningkatkan lipolisis sebagai sumber energi, yaitu pengeluaran asam lemak dari jaringan adipose sehingga dapat meningkatkan endurans dalam olahraga berdurasi panjang karena pemakaian asam lemak dapat menghemat penggunaan glikogen otot dan glikogen hati pada tahap awal saat olahraga berlangsung. Penghematan glikogen membuat seorang atlet memiliki cadangan relatif lebih banyak sehingga daya tahan dan performanya cenderung lebih baik (Hanifati, 2015).

b. *Theobromine* (12%)

Melebarkan pembuluh darah dan meningkatkan volume urin.

c. *Theophylline* (4%)

Melonggarkan otot saluran pernapasan.



Gambar 2.5 Metabolisme kafein (Sumber: Suyono, 2016)

Masing-masing hasil metabolisme ini akan dimetabolisme lebih lanjut dan akan dikeluarkan melalui urin (Suyono, 2016).

Kadar eliminasi *methylxanthine* bervariasi di antara individu karena pengaruh genetik dan lingkungan, sehingga perbedaan dapat mencapai empat kali lipat. Metabolisme zat ini juga dipengaruhi oleh agen lain atau penyakit khusus. Misalnya, merokok dan kontrasepsi oral menyebabkan peningkatan yang kecil tapi nyata terhadap eliminasi *methylxanthine*. Waktu paruh *theophylline* dapat meningkat dengan signifikan pada penderita sirosis hati, payah jantung, atau edema paru akut, dengan nilai melebihi 60 jam pernah dilaporkan (Chawla, 2011).

2.3.2 Efek Fisiologis Kafein

a. Sistem saraf pusat

Dalam dosis rendah dan moderat, kafein menyebabkan peningkatan kortikal dengan meningkatkan kewaspadaan dan penundaan kelelahan. Namun, kafein tidak langsung meningkatkan metabolisme energi dalam tubuh, bahkan, konsumsi jangka panjang akan menekan metabolisme energi, yang dapat menyebabkan kelelahan adrenal (Bond, 2015).

Kafein yang terkandung dalam minuman, seperti 100 mg dalam secangkir kopi cukup untuk menyebabkan kegelisahan dan insomnia pada setengah individu dan bronkodilatasi pada pasien dengan asma (Katzung, 2012). Setiap paparan kafein dapat menghasilkan efek stimulan otak. Hal ini terutama berlaku di daerah-daerah yang mengontrol aktivitas lokomotor (misalnya, *caudate nucleus*) dan struktur yang terlibat dalam siklus tidur-bangun (misalnya, *locus ceruleus*, *raphe nuclei*, dan *reticular formation*). Pada manusia, tidur merupakan fungsi fisiologis yang paling sensitif terhadap efek kafein. Umumnya, lebih dari 200 mg kafein diperlukan untuk mempengaruhi tidur secara signifikan. Kafein telah terbukti memperpanjang latensi tidur dan memperpendek durasi tidur (Chawla, 2011).

Bila dosis *methylxanthine* ditinggikan, akan menyebabkan gugup, gelisah, insomnia, tremor, hiperestesia, kejang fokal atau kejang umum (Gunawan, 2012). Penggunaan obat yang mengandung kafein berasosiasi dengan peningkatan resiko stroke hemoragik (Chawla, 2011).

b. Sistem kardiovaskuler

Methylxanthine memiliki efek kronotropik dan inotropik positif secara langsung pada jantung. Pada konsentrasi rendah, efek ini timbul akibat daripada peningkatan pelepasan katekolamin yang disebabkan oleh penghambatan reseptor adenosin presinaptik. Pada konsentrasi yang lebih tinggi (>10 mol/L), influx kalsium ditingkatkan secara langsung melalui peningkatan cAMP yang diakibatkan oleh penghambatan phosphodiesterase. Pada konsentrasi yang sangat tinggi (>100 mol/L), penyerapan kalsium oleh sarkoplasma retikulum terganggu. Pada individu yang luar biasa sensitif, konsumsi beberapa cangkir kopi dapat menyebabkan aritmia, tetapi pada kebanyakan orang bahkan pemberian parenteral

dengan dosis *methylxanthine* yang lebih tinggi hanya menyebabkan timbulnya sinus takikardia dan peningkatan curah jantung (Katzung, 2012). Kafein juga menyebabkan dilatasi pembuluh darah termasuk pembuluh darah coroner dan pulmonal (Gunawan, 2012).

c. Paru-paru

Efek terpenting xantin ialah relaksasi otot polos bronkus, yaitu bronkodilatasi. Terutama bila otot bronkus dalam keadaan konstriksi secara eksperimental akibat histamin atau secara klinis pada pasien asma bronkial (Gunawan, 2012).

d. Otot rangka

Dalam kadar terapi, kafein ternyata dapat memperbaiki kontraktilitas dan mengurangi kelelahan otot (Syarif *et al.*, 2009).

2.3.3 Toleransi Kafein

Kafein merupakan antagonis reseptor sistem saraf pusat untuk adenosine neurotransmitter, tubuh individu yang secara teratur mengonsumsi kafein beradaptasi dengan kehadiran terus-menerus zat ini dengan meningkatkan jumlah reseptor adenosin dalam sistem saraf pusat secara substansial. Peningkatan jumlah reseptor adenosin membuat tubuh lebih sensitif terhadap adenosin, dengan dua konsekuensi utama. Pertama, efek stimulasi kafein berkurang secara substansial, sebuah fenomena yang dikenal sebagai adaptasi toleransi. Kedua, disebabkan respon adaptif terhadap kafein ini membuat tubuh lebih sensitif terhadap adenosin, pengurangan asupan kafein akan meningkatkan efek fisiologis normal adenosin, yang mengakibatkan timbulnya gejala *withdrawal* yang tidak diinginkan pada pengguna yang toleran (Mandal, 2016).

Toleransi kafein terjadi dengan sangat cepat, terutama di kalangan individu yang sering mengonsumsi kopi dan minuman energi. Toleransi kafein untuk efek gangguan tidur berkembang setelah mengonsumsi 400 mg kafein 3 kali sehari selama 7 hari. Toleransi kafein terhadap efek subjektif berkembang setelah mengonsumsi 300 mg 3 kali per hari selama 18 hari, dan mungkin lebih

awal. Dalam eksperimen lain, toleransi kafein dapat diamati ketika subjek mengonsumsi kafein sebanyak 750-1200 mg per hari (Mandal, 2016).

2.3.4 Efek Samping

Terdapat efek jangka panjang dan jangka pendek pada penggunaan kafein. Untuk efek jangka panjang pemakaian kafein lebih dari 650 mg dapat menyebabkan insomnia kronik, gelisah, dan ulkus peptikum. Efek lain dapat meningkatkan denyut jantung dan berisiko terhadap penumpukan kolesterol, menyebabkan kecatatan pada anak yang dilahirkan. Sedangkan efek jangka pendeknya adalah kafein dapat mencapai jaringan dalam waktu lima menit dan tahap puncak mencapai darah dalam waktu 50 menit mengakibatkan frekuensi pernapasan, urin, asam lemak dalam darah, dan asam lambung bertambah, disertai dengan peningkatan tekanan darah (Suyono, 2016).

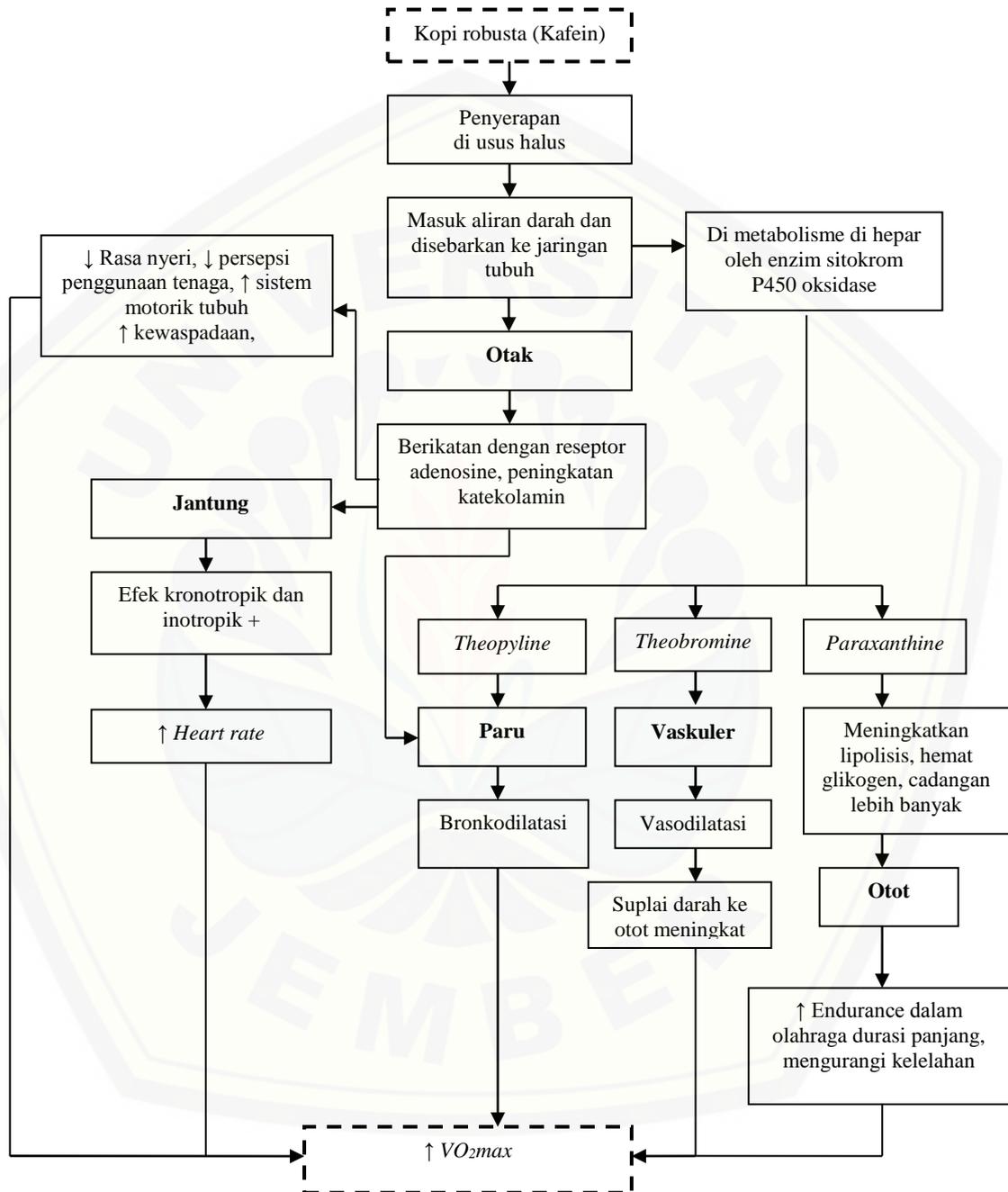
2.4 Pengaruh Kopi terhadap VO_2max

Kafein dalam kopi memiliki beberapa mekanisme untuk meningkatkan nilai dari VO_2max , yaitu meningkatkan mobilisasi kalsium intraseluler, meningkatkan sensitivitas reseptor kalsium pada otot sehingga meningkatkan kekuatan dan kontraktilitas otot, meningkatkan cAMP yang merangsang lipolisis dan pada akhirnya meningkatkan ketahanan otot selama latihan panjang. Sebagai antagonis reseptor adenosin yang dapat menghambat persepsi lelah, menyebabkan relaksasi otot polos pernapasan dan menyebabkan takikardi, sehingga terjadi peningkatan ambilan oksigen dari paru-paru dan peningkatan curah jantung akibat peningkatan *heart rate* (Murdanu, 2016).

Mekanisme utama dalam peningkatan VO_2max dengan aktifitas fisik adalah peningkatan aliran darah. Dalam meningkatkan *cardiac output*, kafein dalam kopi bekerja dengan meningkatkan volume sekuncup jantung dengan cara peningkatan frekuensi denyut jantung (Amelia, 2015).

2.5 Kerangka Konseptual

Bagan kerangka konseptual dari pengaruh konsumsi kopi robusta terhadap VO_{2max} terdapat dalam Gambar 2.6.



Keterangan :

□ : Variabel yang tidak diteliti

▭ : Variabel yang diteliti

Gambar 2.6 Bagan kerangka konseptual

2.6 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini adalah pemberian konsumsi kopi robusta dapat meningkatkan VO_2max menggunakan rumus Hansen melalui metode *step test*.



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah uji klinik (*clinical trial*), yang merupakan suatu bentuk penelitian terhadap manusia untuk membandingkan efek akibat intervensi antara kelompok eksperimen dengan kelompok kontrol. Dengan metode kuasi eksperimental atau eksperimental semu, yang mana dalam pelaksanaan penelitian ini tidak memungkinkan untuk melakukan pengendalian variabel yang terkait subjek penelitian secara sepenuhnya.

Desain penelitian yang digunakan adalah uji klinis rancangan silang (*cross over design clinical trial*). Dikarenakan desain ini dapat mengetahui pengaruh langsung dari kopi robusta terhadap VO_{2max} terhadap suatu individu. Pada rancangan ini setiap subjek studi diberlakukan sebagai eksperimen maupun sebagai kontrol bagi perlakuan yang diujikan terhadapnya (Budiarto, 2004). Pada penelitian ini dilakukan *double blind study* dimana peneliti mengetahui dan dapat membedakan plasebo dan kopi robusta, sedangkan asisten peneliti yang mengukur denyut jantung dan subjek penelitian tidak dapat mengetahui hal tersebut.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Fisiologi Fakultas Kedokteran Universitas Jember. Penelitian dilaksanakan selama bulan November 2016.

3.3 Populasi dan Sampel Penelitian

3.3.1 Populasi

Populasi adalah wilayah generalisasi terdiri dari objek/subjek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang telah ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulan (Sugiyono, 2009). Dalam penelitian ini, populasi penelitian adalah mahasiswa tingkat sarjana Universitas Jember, dengan lingkup usia dewasa muda, yaitu 18 sampai 25 tahun.

3.3.2 Sampel

Menurut Sugiyono (2009) sampel adalah sebagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut. Pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan teknik *quota sampling* yaitu teknik sampling yang dilakukan dengan atas dasar jumlah yang telah ditentukan. Jumlah sukarelawan pada penelitian ini adalah 20 orang. Pada penelitian ini tiap sukarelawan menjadi kontrol bagi dirinya sendiri.

3.3.3 Kriteria Inklusi

Kriteria inklusi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Usia sukarelawan yang digunakan dalam penelitian ini adalah dewasa muda yaitu antara 18-25 tahun.
- b. Indeks masa tubuh yang digunakan pada penelitian ini adalah dalam kategori normal yaitu 18,5 sampai 25.
- c. Tekanan darah sistolik 90-120 mmHg dan diastolik 60-80 mmHg.
- d. Denyut nadi normal yaitu antara 60-100 kali per menit.
- e. Seluruh sukarelawan yang sudah menyetujui *informed consent* yang diberikan wajib mematuhi seluruh prosedur penelitian.

3.3.4 Kriteria Eksklusi

Kriteria eksklusi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Sukarelawan mempunyai riwayat penyakit kardiovaskular, riwayat gangguan respirasi (sesak napas), riwayat penyakit ginjal, dan ketidakmampuan mental maupun fisik untuk menjalankan tes diwaktu tersebut.
- b. Sukarelawan wanita yang sedang mengonsumsi obat dan menggunakan alat kontrasepsi.
- c. Sukarelawan yang intoleransi terhadap kopi.
- d. Sukarelawan yang tidak dapat mengikuti instruksi yang diberikan oleh peneliti.

3.4 Variabel Penelitian

Variabel bebas dari penelitian ini adalah pemberian kopi robusta kepada sukarelawan. Variabel tergantung dari penelitian ini adalah besarnya nilai VO_2max . Sedangkan untuk variabel kontrol yaitu usia, tekanan darah, nadi, dan indeks masa tubuh.

3.5 Definisi Operasional

a. Kopi Robusta

Sukarelawan dari kelompok perlakuan diberi segelas kopi robusta yang terdiri dari 4 gram kopi robusta murni (kopi Sekar Arum produksi dari Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jember, Jawa Timur). Takaran sebanyak 4 gram dikarenakan, kadar kafein kopi robusta bubuk yaitu 2,0% sehingga didapatkan kadar kafein 80 mg. Hal ini sesuai dengan batas konsumsi kafein yaitu 120 mg/hari atau 1,73 mg/kgbb. Diseduhkan pada 150 mL air panas, volume rata-rata pembuatan kopi dalam segelas dan dengan tambahan 8 gram gula yang diminum satu jam sebelum melakukan *step test*.

b. Plasebo

Sukarelawan dari kelompok kontrol diberi segelas plasebo. Plasebo dari penelitian ini menggunakan 7,5 mL perisa kopi moka yang dilarutkan dalam 150 mL air panas dengan tambahan 8 gram gula. Takaran tersebut untuk membuat plasebo mirip dengan kopi robusta.

c. Step Test

Pada penelitian ini digunakan *step test* sebagai aktivitas fisik untuk mengestimasi besarnya VO_2max . Prosedur ini dimulai dengan menyiapkan metronom yang sebelumnya sudah diperiksa ketelitiannya dan diatur irama dengan kecepatan 90x/menit, untuk mencapai 22,5 langkah/menit. Menyiapkan ketinggian bangku yang disesuaikan dengan tinggi sukarelawan. Apabila tinggi sukarelawan ≤ 170 maka menggunakan bangku setinggi 33cm, dan >170 menggunakan bangku dengan tinggi 40 cm. Sukarelawan menempatkan salah satu kakinya diatas bangku tepat saat ketukan metronom pertama, selanjutnya pada ketukan metronom kedua sukarelawan menempatkan kedua kakinya diatas

bangku. Pada ketukan ketiga sukarelawan menurunkan kaki yang pertama kali naik saat ketukan pertama, selanjutnya pada ketukan keempat, kaki yang masih berada diatas bangku diturunkan sehingga kedua kaki sudah kembali seperti posisi semula saat sebelum melakukan tes. Siklus ini terus diulangi sampai 5 menit atau telah terjadi kelelahan.

d. Waktu *Step Test*

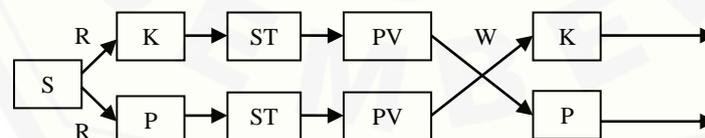
Waktu yang dicatat pada *step test* adalah durasi selama melakukan tes sampai selesai yaitu 5 menit atau sampai terjadi tanda-tanda gerakan tidak sesuai irama selama 10-15 detik meskipun sukarelawan telah diberi peringatan untuk tetap mengikuti irama sesuai metronom.

e. VO_2max

VO_2max adalah rasio oksigen tertinggi yang dapat digunakan oleh tubuh selama beraktivitas fisik. Dalam penelitian ini didapatkan nilai VO_2max menggunakan rumus Hansen melalui metode *step test*. Dengan pengambilan data berupa waktu kelelahan, *heart rate* dalam waktu 1-1,5, 2-2,5, dan 3-3,5, indeks massa tubuh, jenis kelamin, tinggi badan, *heart rate* maksimal (dihitung menit 0-1 saat setelah melakukan *step test*), dan umur sukarelawan. Dihitung indeks kebugaran dan kemudian dihasilkan nilai VO_2max dengan satuan liter/menit dan dirubah menjadi satuan mL/kg/menit.

3.6 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian di tampilkan pada Gambar 3.1.



Keterangan :

- S : sukarelawan
- R : randomisasi kelompok sukarelawan
- K : kelompok kontrol (diberi plasebo)
- P : kelompok perlakuan (diberi kopi robusta)
- ST : prosedur *step test*
- PV : perhitungan dengan rumus VO_2max
- W : waktu *washing out*

Gambar 3.1 Rancangan penelitian

3.7 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan untuk kelompok perlakuan yaitu 4 gram kopi robusta murni (kopi Sekar Arum produksi dari Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jember, Jawa Timur) dan 150 mL air panas dengan tambahan gula 8 gram. Bahan untuk kelompok kontrol berupa 7,5 mL perisa kopi moka yang dilarutkan dalam 150 mL air panas dengan tambahan gula 8 gram. Bahan tambahan berupa obat-obatan analgesik (parasetamol) untuk sukarelawan yang membutuhkan dan minuman isotonik.

Alat-alat yang digunakan adalah bangku yang tingginya disesuaikan dengan tambahan balok kayu, metronom, stetoskop, *stopwatch*, alat tulis untuk mencatat hasil pengukuran, gelas minum, gelas beker, alat pengaduk, dan lap pel untuk membersihkan apabila ada minuman yang tumpah.

3.8 Prosedur Penelitian

3.8.1 Pengenalan Alat dan Teknik Gerakan pada Sukarelawan

Sebelum penelitian dimulai, sukarelawan diberikan pengenalan tentang alat dan gerakan yang akan digunakan saat penelitian. Kegiatan pengenalan ini dilakukan di Laboratorium Fisiologi Fakultas Kedokteran Universitas Jember. Hal ini bertujuan untuk adaptasi dari sukarelawan mengenai gerakan latihan dan meminimalisir dari terjadinya cedera saat penelitian berlangsung.

3.8.2 Pembagian Kelompok Sukarelawan

Pada penelitian ini jumlah sampel adalah 20 orang. Kemudian dibagi menjadi dua kelompok secara acak dengan metode pengundian. Masing-masing kelompok terdiri 10 orang. Kelompok pertama adalah kelompok perlakuan yang diberikan kopi robusta, sedangkan kelompok kedua adalah kelompok kontrol yang diberikan minuman plasebo. Setelah periode *washing out*, kedua kelompok saling bertukar peran yaitu kelompok perlakuan akan menjadi kelompok kontrol dan sebaliknya.

3.8.3 Asisten Peneliti

Pada penelitian ini dibantu oleh 6 asisten peneliti yang merupakan mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Jember. Sebelum dilakukan penelitian, asisten peneliti sudah mendapatkan penjelasan dari peneliti tentang tugas masing-masing saat penelitian berlangsung. Asisten peneliti terdiri dari 3 orang untuk membantu melakukan pengukuran denyut jantung secara acak bergantian kepada sukarelawan, dan 3 orang lainnya untuk membantu membuat kopi robusta dan plasebo, serta memberikan minuman tersebut kepada sukarelawan di tempat yang berbeda. Hal ini dikarenakan, sesuai dengan metode *double blind study*, yaitu peneliti mengetahui dan dapat membedakan plasebo dan kopi robusta, sedangkan asisten peneliti yang mengukur denyut jantung dan subjek penelitian tidak dapat mengetahui hal tersebut.

3.8.4 Perlakuan terhadap Sukarelawan

a. Persiapan peserta

Tiga hari sebelum dilakukan tes, peserta tidak diperbolehkan:

- 1) latihan fisik yang berat: olahraga aerobik maupun anaerobik yang dilakukan >1 jam secara terus menerus;
- 2) mengonsumsi minuman berkafein: kopi, teh, coklat, dan kola;
- 3) mengonsumsi minuman beralkohol: mengacu pada peraturan Menteri Kesehatan No. 86 tahun 1977 yaitu minuman beralkohol dengan golongan A, B, dan C;
- 4) mengonsumsi obat-obatan: anti nyeri (nsaid, opioid), stimulan (*amphetamine, methylphenidate, pemoline, cocaine*), dan kortikosteroid.

Saat hari pelaksanaan, sukarelawan tidak diperkenankan untuk sarapan terlebih dahulu, sebelum dilakukan penelitian pada pagi harinya. Dan akan diberikan sarapan setelah penelitian selesai dilaksanakan.

b. Pemberian kopi dan plasebo

Subjek meminum 150 mL minuman yang telah disediakan 1 jam sebelum tes. Minuman ini terdiri atas kopi bubuk robusta murni dan plasebo. Plasebo memiliki warna, rasa, dan volume yang mirip seperti kopi robusta yang

digunakan. Pengaruh masing-masing minuman diuji pada setiap peserta dengan periode *washing out* selama 3 hari.

c. Pengambilan data

Pengambilan data pada penelitian ini dengan cara:

- 1) Menyiapkan tinggi bangku sesuai tinggi sukarelawan, ≤ 170 cm dengan tinggi bangku 33 cm, dan >170 cm tinggi bangku yang disiapkan adalah 40 cm, dengan bantuan balok kayu.
- 2) Menyiapkan dan mengecek ketelitian dari metronom, diatur irama 90x/menit.
- 3) Kedua kelompok melakukan *step test*.
- 4) Setelah 5 menit atau sukarelawan telah mencapai tahap kelelahan yaitu sudah tidak dapat mengikuti irama metronome dengan baik dalam waktu 10-15 detik, sukarelawan diminta berhenti dan dicatat waktunya,
- 5) Menghitung *heart rate* maksimal (HR_{max}) sebagian diukur pada palpasi arteri radialis dan sebagian secara auskultasi menggunakan stetoskop pada iktus kordis ICS 5 segera setelah sukarelawan berhenti atau menit ke-0.
- 6) Kemudian sukarelawan dipersilahkan duduk diatas bangku dan dihitung *heart rate* pada menit ke 1-1,5 (HR1), 2-2,5 (HR2), 3-3,5 (HR3).
- 7) Menghitung indeks kebugaran dengan rumus

$$FI = \text{durasi } step \text{ test (dalam detik)} \times 100 / (HR1+HR2+HR3) \times 2$$

Keterangan:

FI : *fitness index* / indeks kebugaran

HR1 : jumlah denyut nadi pada menit ke 1-1,5

HR2 : jumlah denyut nadi pada menit ke 2-2,5

HR3 : jumlah denyut nadi pada menit ke 3-3,5

- 8) Menghitung prediksi volume oksigen maksimal (VO_{2max}) dengan rumus

$$VO_{2max} = 0,054(BMI) + 0,612(\text{jenis kelamin}) + 3,359 (\text{tinggi dalam meter}) + 0,019(\text{indeks kebugaran}) - 0,012(HR_{max}) - 0,011(\text{umur}) - 3,475$$

Keterangan:

BMI : *body mass index* / indeks masa tubuh

Jenis kelamin : untuk laki-laki = 1 ; perempuan = 0

(Hansen, *et al.*, 2015). Hasil dengan satuan liter/menit kemudian dirubah menjadi mL/kg/menit dengan cara dikalikan 1000 dan dibagi dengan berat badan dari sukarelawan.

3.9 Analisis Data

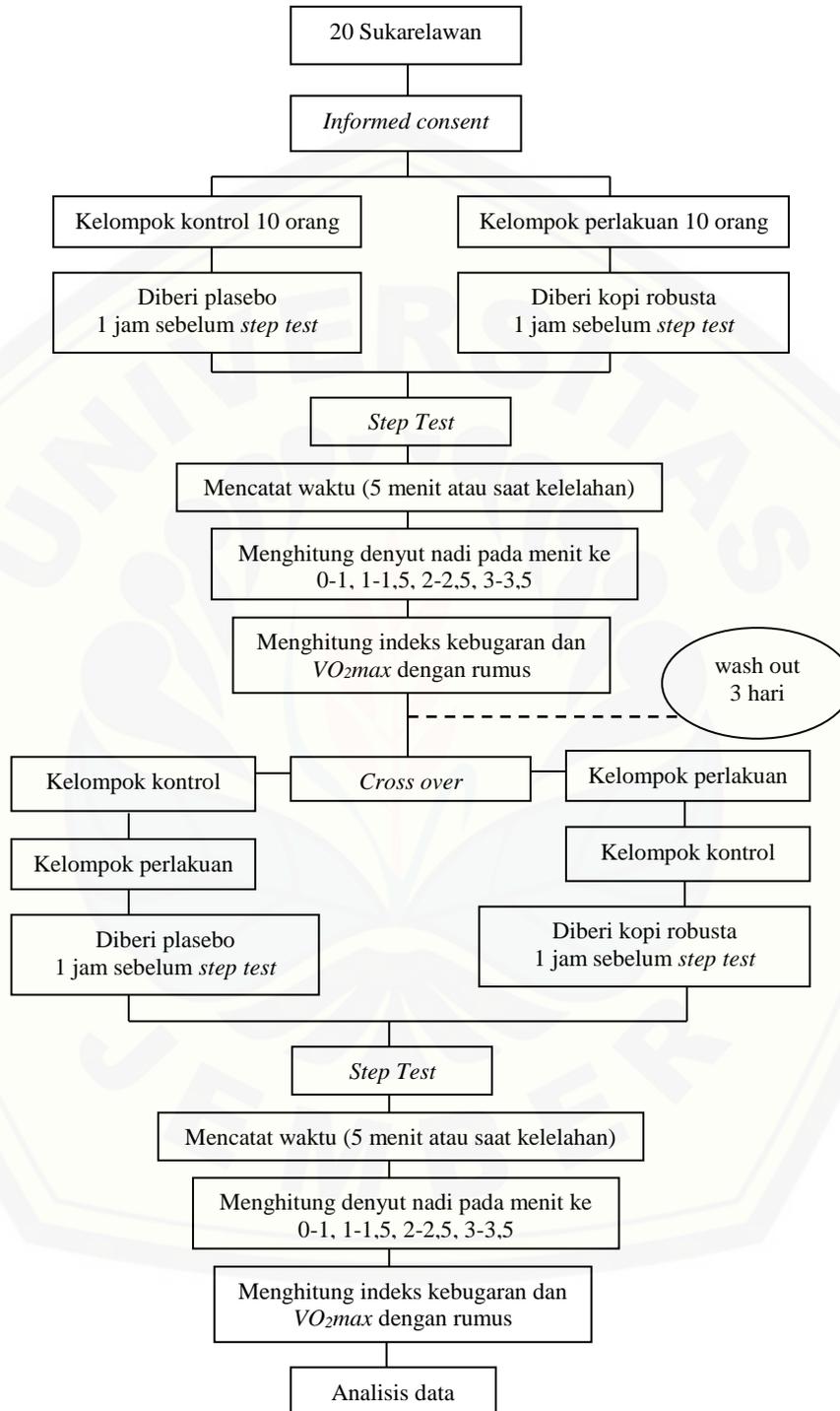
Data secara statistik dianalisis dengan menggunakan uji normalitas *Shapiro-Wilk*. Hal ini dikarenakan sampel yang diambil kurang dari 50. Dan karena data terbukti terdistribusi normal ($p > 0,05$), maka akan dilanjutkan ke uji komparatif uji T berpasangan (uji parametrik). Hasil uji ini akan bermakna apabila didapatkan hasil $p < 0,05$ dengan derajat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Pengolahan data menggunakan bantuan perangkat lunak SPSS 21.0.

3.10 Uji Kelayakan Etik

Pada penelitian ini subjek yang digunakan adalah manusia yang dalam pelaksanaannya perlu mendapatkan sertifikat kelayakan etik dari Fakultas Kedokteran Universitas Jember. Prosedur ini diharapkan akan menjamin keamanan baik bagi peneliti maupun sukarelawan, melindungi hak-hak sukarelawan serta memperjelas tujuan dan kewajiban peneliti.

3.11 Skema dan Alur Penelitian

Skema dan alur penelitian terdapat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Skema dan alur penelitian

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa mengonsumsi kopi robusta akan meningkatkan VO_{2max} menggunakan rumus Hansen melalui metode *step test*.

5.2 Saran

Saran yang dapat penulis berikan berdasarkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Diharapkan penelitian lebih lanjut mengenai variasi dosis kopi robusta yang dapat diberikan untuk meningkatkan VO_{2max} .
- b. Diharapkan penelitian selanjutnya untuk menambah jumlah sampel sesuai dengan Roscoe yaitu minimal 30 sampel.
- c. Diharapkan penelitian selanjutnya memilih plasebo yang lebih mirip dengan kopi robusta.
- d. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk penghitungan *heart rate* menggunakan auskultasi pada jantung dan menghindari palpasi arteri radialis agar mengurangi bias.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, I.W., K.A. Nocianitri, dan N.L.A. Yusasrini. 2016. Kajian kandungan kafein kopi bubuk, nilai pH dan karakteristik aroma dan rasa seduhan kopi jantan (pea berry coffee) dan betina (flat beans coffee) jenis arabika dan robusta. *E-Journal Universitas Udayana*. 5(1): 1-12.
- Amelia, N., C. Abrori, dan M.I. Narwanto. 2015. Pengaruh minuman kopi terhadap VO₂max dan pemulihan denyut nadi pasca melakukan treadmill. *E-Jurnal Pustaka Kesehatan*. 3(2): 249-252.
- Astuti, A.W. 2009. Perbandingan Tingkat Kebugaran Siswi sekolah Bola Voli Putri Tugu Muda Semarang Usia 11-14 Tahun Saat Menstruasi dan Tidak Menstruasi. *Skripsi*. Semarang: Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro.
- Barone, J.J. dan H.R. Roberts. 1996. Caffeine consumption. *Food and Chemical Toxicology*. 34(1): 119-129.
- Bassett, D.R. dan E.T. Howley. 2000. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Journal of the American College of Sports Medicine*. 32(1). 70-84.
- Bond, O. 2015. How Caffeine Affects the Nervous System. <http://www.livestrong.com/article/409740-how-caffeine-affects-the-nervous-system/>. [Diakses pada 21 September 2016].
- Budiarto, E. 2004. *Metodologi Penelitian Kedokteran*. Jakarta: EGC.
- Budiman, I. 2007. Perbandingan tes lari 15 menit balke dengan tes ergometer sepeda astrand. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 7(1): 91-94.
- Chawla, J. dan A. Suleman. 2015. Neurologic Effects of Caffeine. <http://emedicine.medscape.com/article/1182710>. [Diakses pada 21 September 2016].
- Chhabra, Namrata. 2012. Glycogen Metabolism-Subjective Questions (Solved)-Set-1. <http://www.namrata.co/glycogen-metabolism-subjective-questions-solved-set-1/>. [Diakses pada 14 Desember 2016].
- Chu, Yi-Fang. 2012. *Coffee: Emerging Health Effects and Disease Prevention*. Oxford: A John and Sons Ltd.
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2014. *Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas Kopi 2013-2015*. Jakarta: Direktorat Jendral Perkebunan.

- Fletcher, G.F., G.J. Balady, E.A. Amsterdam, B. Chaitman, R. Eckel, J. Fleg, V.F. Froelicher, A.S. Leon, I.L. Pina, R. Rodney, D.G. Simons-Morton, M.A. Williams, dan T. Bazzarre. 2001. Exercise standards for testing and training a statement for healthcare professionals from the american heart association. *AHA Scientific Statement*. 104: 1694-1740.
- Frary, C.D., R. Johnson, dan M.Q. Wang. 2005. Food source and intakes of caffeine in the diets of persons in the United States. *Journal of the American Dietetic Association*. 105(1): 110-113.
- Gajewska, E., K. Kalinska, E. Bogdanski, dan M. Sobieska. 2015. Cardiorespiratory endurance in relation to body mass in Polish rural children: Preliminary report. *Journal of Comparative Human Biology*. 66(3): 278-285.
- Gunawan, S.G. 2012. *Farmakologi dan Terapi*. 5th ed. Jakarta: Balai Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Graham T.E., J.W.E. Rush, dan M.H. van Soeren. 1994. Caffeine and exercise: metabolism and performance. *Canadian Journal Applied Physiology*. 19(1): 111-138.
- Hanifati, C.R. 2015. Pengaruh Minuman Kopi Minim Kafein terhadap VO₂max dan Pemulihan Denyut Nadi Setelah Melakukan Treadmill. *Skripsi*. Jember: Fakultas Kedokteran Universitas Jember.
- Hansen, D., N. Jacobs, H. Thijs, P. Dendale, dan N. Claes. 2015. Validation of a single-stage fixed-rate step test for the prediction of maximal oxygen uptake in healthy adults. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. 36(5): 401-406.
- Heyward, V. 1998. *Advanced Fitness Assessment & Exercise Prescription*. 3rd ed. Champaign IL: Human Kinetics.
- Hodgson, A.B., R.K. Randell, dan A.E. Jeukendrup. 2013. The metabolic and performance effects of caffeine compared to coffee during endurance exercise. *PLoS ONE*. 8(4): 1-10.
- Honig, C.R., R.J. Connett, dan T.E.J Gayeski. 1992. O₂ Transport and its interaction with metabolism: A systems view of aerobic capacity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 24(1): 47-53.
- Ivy, J.L., L. Kammer, Z. Ding, B. Wang, J.R. Bernard, Y.H. Liao, dan J. Hwang. 2009. Improved cycling time-trial performance after ingestion of a caffeine energy drink. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 19: 61-78.

- Katzung, B.G. 2012. *Basic & Clinical Pharmacology*. 12th ed. New York: McGraw-Hill.
- Klabunde, R.E. 2012. Beta-Adrenoreceptor Agonist (β -agonists). <http://cvpharmacology.com/cardiostimulatory/beta-agonist>. [Diakses pada 14 Desember 2016].
- Knight, C.A., I. Knight, D.C. Mitchell, dan J.E. Zepp. 2004. Beverage caffeine intake in US consumers and subpopulations of interest: Estimates from the share of intake panel survey. *Food and Chemical Toxicology*. 42(12): 1923-1930.
- Kobelnilk, M., G.G. Fontanari, D.L. Cassimiro, C.A. Ribeiro, dan M.S. Crespi. 2014. Thermal behavior of coffee oil (robusta and arabica species). *Journal of Thermal Analysis Calorimetry*. 115(3): 2045-2052.
- Lee, D.H., E.G. Artero, X. Sui, dan S.N. Blair. 2010. Mortality trends in the general population: the importance of cardiorespiratory fitness. *Journal of Psychopharmacology*. 24(11): 27-35.
- Mandal, A. 2016. Caffeine Pharmacology. <http://www.news-medical.net/health/Caffeine-Pharmacology.aspx>. [Diakses pada 21 September 2016].
- McArdle, W.D., F.I. Katch, dan V.L. Katch. 2006. *Essential of Exercise Physiology*. 3rd ed. USA: Lippincott Williams and Wilkins Philadelphia.
- Murdanu, Y., C. Abrori, dan M. Hasan. 2016. Pengaruh pemberian teh hitam terhadap VO₂max dan pemulihan denyut nadi pasca melakukan latihan treadmill. *E-Jurnal Pustaka Kesehatan*. 4(1): 136-140.
- Mussatto, S.I, E.M.S. Machado, S. Martins, dan J.A. Teixeira. 2011. Production, composition, and application of coffee and its industrial residues. *Food and Bioprocess Technology*. 4(5): 661-672.
- Panggabean, E. 2011. *Buku Pintar Kopi*. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- Preedy, Victor R. 2014. *Coffee in Health and Disease Prevention*. London: Elsevier Inc.
- Ridwansyah. 2003. Pengolahan Kopi. <http://www.library.usu.ac.id/tekper-ridwansyah4>. [Diakses pada 21 September 2016].
- Rodrigues, A.N., A.J. Perez, L. Carietti, N.S. Bissoli, dan G.R. Abreu. 2006. Maximum oxygen uptake in adolescents as measured by cardiopulmonary exercise testing: a classification proposal. *Journal de Pediatria*. 82(6): 426-430.

- Ryu, S., S.K. Choi, S.S. Joung, H. Suh, Y.S. Cha, S. Lee, dan K. Lim. 2001. Caffeine as a lipolytic food component increases endurance performance in rats and athletes. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*. 47: 139-146.
- Sahrizal. 2016. Mengenal Jenis-Jenis Tanaman Kopi (Arabika, Robusta, Liberika). http://www.seputarpertanian.com/2016/01/mengenal-jenis-jenis-tanaman-kopi_5.html. [Diakses pada 27 Januari 2017].
- Sherwood, L. 2001. *Fisiologi Manusia dari Sel ke Sistem*. Jakarta: EGC.
- Shinozuka, K., H. Mizuno, K. Nakamura, dan M. Kunitomo. 2002. Pharmacology and physiology of perivascular nerves regulating vascular function. *Japanese Journal of Pharmacology*: 88: 19-25.
- Storer, T.W., J.A. Davis, dan V.J. Caiozzo. 1990. Accurate prediction of VO_2 max in cycle ergometry. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 22(5): 704-712.
- Stuckey, M.I., E. Knight, dan R.J. Petrella. 2012. The step test and exercise prescription tool in primary care: a critical review. *Physical and Rehabilitation Medicine*. 24(1-2), 109-123.
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: CV. Alfabeta.
- Suyono, E.M. 2016. Pengaruh Konsumsi Kopi Arabika (*Coffea Arabica*) terhadap Daya Tahan Otot dengan Metode Push Up. *Skripsi*. Jember: Fakultas Kedokteran Universitas Jember.
- Syarif, A., A. Estuningtyas, A. Setiawati, A. Muchtar, A. Arif, B. Bahry, F.D. Suyatna, H.R. Dewoto, H. Utama, I. Darmansjah. M.S.S. Wiria, Nafrialdi, P.F. Wilmana, P. Ascobat, R. Setiabudy, Sunaryo, S. Wardhini, S.K. Suherman, S.G. Gunawan, V.H.S. Ganiswarna, W. Arozal, Y. Mariana, Y.H. Istantoro, Z.D. Sadikin, M. Lousia, Elysabeth. 2009. *Farmakologi dan Terapi*. 5th ed. Jakarta: Balai Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Valendra D., I. Rahmawaty, dan R.R.S. Prawiradilaga. 2015. Pengaruh pemberian minuman berkafein terhadap VO_2 maks pada mahasiswa tingkat akhir fakultas kedokteran Universitas Islam Bandung. *Prosiding Pendidikan Dokter*. 1108-1112.
- Watulingas, I., J.J.V. Rampengan, dan H. Poili. 2013. Pengaruh latihan fisik aerobik terhadap VO_2 max pada mahasiswa pria dengan berat badan lebih (Overweight). *Journal e-Biomedik*. 1(2): 1064-1068.

Wedick, N.M., A.M. Brennan, Q. Sun, F.B. Hu, C.S. Mantzoros, dan R.M. Dam. 2011. Effects of caffeinated and decaffeinated coffee on biological risk factors for type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *Nutrition Journal* 10(93): 1-9.



LAMPIRAN

Lampiran 3.1 *Informed Consent*

PENJELASAN MENGENAI PENELITIAN PENGARUH KONSUMSI KOPI ROBUSTA TERHADAP KEBUGARAN KARDIORESPIRASI (VO_2max) MENGGUNAKAN METODE *STEP TEST*

Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Jember (Adina Puspita Dewi Korima: 132010101097) sedang melakukan penelitian untuk mengetahui bagaimana pengaruh konsumsi kopi robusta terhadap kebugaran kardiorespirasi (VO_2max) menggunakan metode *step test*. Penelitian ini melibatkan 20 orang sukarelawan yang termasuk dalam kriteria inklusi.

Anda termasuk masyarakat umum dalam kriteria inklusi, 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 menghubungkan 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 Adina Puspita Dewi Korima, mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Jember pada nomor 082257985733.

INFORMED CONSENT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama :
Usia :
Fakultas :
Angkatan/NIM :
Alamat :
No.Telp/HP :

Menyatakan bersedia untuk menjadi subyek penelitian dari :

Nama : Adina Puspita Dewi Korima
Angkatan/NIM : 2013/132010101097
Fakultas : Fakultas Kedokteran Universitas Jember

Dengan judul penelitian “PENGARUH KONSUMSI KOPI ROBUSTA TERHADAP KEBUGARAN KARDIORESPIRASI (VO_2max) MENGGUNAKAN METODE *STEP TEST*”

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 Adina Puspita Dewi Korima.

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

Jember,

Saksi

Subyek

() ()

Lampiran 3.2 Pertanyaan Penelitian**PERTANYAAN PENELITIAN**

1. Mengisi lembar INFORMED CONSENT
2. Identitas sukarelawan :
 - a. Nama :
 - b. Jenis Kelamin :
 - c. Usia :
 - d. Alamat :
 - e. Pekerjaan :
3. Anamnesa :
 - a. Riwayat Penyakit Sekarang
 - Apakah sedang sakit & memiliki keluhan tertentu? Adakah masalah dengan sistem jantung dan pembuluh, tekanan darah tinggi, atau ginjal?
.....
 - Apakah Anda sedang mengalami gangguan pernapasan atau sesak napas?
.....
 - Apakah Anda sedang mengonsumsi obat jenis tertentu? Jika ya, sebutkan obat apa, berapa kali meminumnya, dan berapa lama?
.....
 - b. Riwayat Penyakit Dahulu
 - Penyakit berat apa saja yang pernah dialami?
.....
 - c. Riwayat Penyakit Keluarga
 - Apakah keluarga memiliki keluhan yang serupa?
.....
 - d. Riwayat alergi
.....

e. Apakah anda mengonsumsi atau menggunakan alat dan obat kontrasepsi?

.....

f. Apakah anda memiliki riwayat intoleransi terhadap kafein?

.....

4. Pemeriksaan :

a. Berat Badan :

b. Tinggi Badan :

c. BMI :

d. Tekanan Darah :

e. Nadi :



Lampiran 3.3 Keterangan Persetujuan Etik

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

KETERANGAN PERSETUJUAN ETIK
ETHICAL APPROVA
Nomor : 1016 /H25.1.11/KE/2016

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

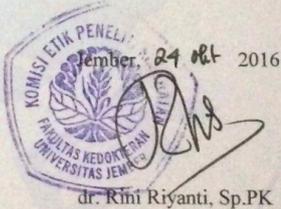
The Ethics Committee of the Faculty of Medicine, Jember University, With regards of the protection of human rights and welfare in medical research, has carefully reviewed the proposal entitled :

PENGARUH KONSUMSI KOPI ROBUSTA TERHADAP KEBUGARAN KARDIORESPIRASI (VO_{2max}) MENGGUNAKAN METODE *STEP TEST*

Nama Peneliti Utama : Adina Puspita Dewi Korima (NIM.132010101097)
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

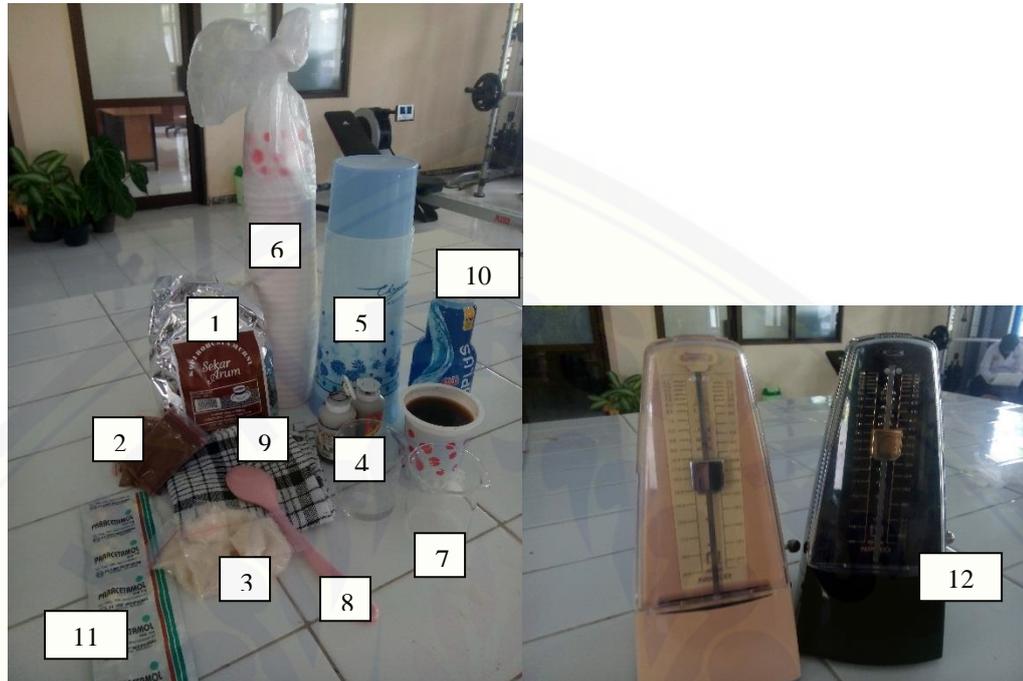
Diisi oleh Anggota Komisi Etik, berisi tanggapan sesuai dengan butir-butir isian diatas dan telaah terhadap Protokol maupun dokumen kelengkapan lain.

Saran Komisi Etik :

- Subyek Penelitian menandatangani informed consent
- Saran : adanya kompensasi bagi subyek penelitian
- Subyek penelitian adalah kelompok dewasa muda dan dalam keadaan sehat
- Saat perlakuan didampingi oleh orang yang kompeten



Lampiran 3.4 Dokumentasi Penelitian



Gambar 1. Alat dan bahan

Keterangan:

- | | |
|--------------------------|---------------------------------------|
| 1. Kopi robusta | 7. Gelas ukur |
| 2. Kopi robusta 4 gram | 8. Sendok pengaduk |
| 3. Gula 8 gram | 9. Lap |
| 4. Plasebo (perisa moka) | 10. Minuman isotonik |
| 5. Air panas | 11. Obat-obat analgesik (parasetamol) |
| 6. Gelas | 12. Metronom |



Gambar 2. Kopi robusta dan plasebo

Keterangan:

1. 150 mL minuman plasebo
2. 150 mL minuman kopi robusta



Gambar 3. *Informed consent* dan pemeriksaan tekanan darah



Gambar 4. Sukarelawan melaksanakan *step test* dan dihitung *heart rate*-nya

Lampiran 4.1 Karakteristik Sukarelawan

Variabel	Hasil Pengukuran
Usia	20,85 ± 1,137
Jenis kelamin	
Laki-laki	6 orang (30%)
Perempuan	14 orang (70%)
Indeks massa tubuh (IMT)	21,135 ± 1,436
Tekanan darah	
Sistolik	108,50 ± 9,333
Diastolik	71,00 ± 7,182
Denyut nadi	82,80 ± 8,167

Lampiran 4.2 Data Perolehan VO_2max

Sampel	L=1/ P=0	Umur (th)	BB (kg)	TB (m)	IMT	K/ P	Durasi (s)	HRmax (1m)	HR1 (30s)	HR2 (30s)	HR3 (30s)	FI	VO_2max (l/min)	VO_2max (mL/kg/min)
S1	1	21	62	1.685	21.83694	K	300	170	85	80	62	66.0793	2.960617	47.75188
						P	300	125	63	60	54	84.74576	3.85528	62.18193
S2	1	21	75	1.8	23.14815	K	300	145	60	52	49	93.1677	4.232386	56.43182
						P	300	130	57	45	41	104.8951	4.635207	61.80276
S3	1	21	63	1.7	21.79931	K	300	117	59	51	50	93.75	4.170713	66.20179
						P	300	108	55	52	51	94.93671	4.30126	68.27397
S4	1	22	67	1.715	22.77962	K	149	160	62	55	50	44.61078	2.813389	41.99089
						P	239	119	61	65	63	63.22751	3.659107	54.61354
S5	0	21	48.5	1.53	20.71853	K	300	125	84	80	76	62.5	2.23957	46.17671
						P	247	117	88	80	78	50.20325	2.101932	43.33881
S6	0	21	53	1.52	22.93975	K	137	136	65	54	52	40.05848	1.767538	33.34977
						P	104	105	60	46	43	34.89933	2.041514	38.51913
S7	0	20	51	1.58	20.42942	K	270	135	65	50	60	77.14286	2.561123	50.2181
						P	300	140	60	58	58	85.22727	2.654727	52.05347
S8	0	21	52.5	1.57	21.29904	K	300	148	65	61	53	83.79888	2.533957	48.26584

						P	300	129	54	51	51	96.15385	2.996701	57.08002
S9	0	21	53.5	1.66	19.41501	K	237	150	66	60	48	68.10345	2.412316	45.09002
						P	239	109	62	55	51	71.13095	2.961839	55.36147
S10	1	21	50	1.61	19.28938	K	300	144	57	52	48	95.5414	3.442903	68.85806
						P	300	110	46	42	39	118.1102	4.279711	85.59422
S11	0	22	52.5	1.55	21.85224	K	300	158	60	52	50	92.59259	2.53273	48.24248
						P	300	156	62	58	52	87.2093	2.454448	46.75138
S12	1	22	49.5	1.635	18.51696	K	300	146	55	54	49	94.93671	3.438678	69.46825
						P	300	148	61	53	49	92.02454	3.359347	67.8656
S13	0	19	48	1.54	20.2395	K	300	156	77	65	60	74.25743	2.120684	44.18092
						P	300	150	72	64	62	75.75758	2.221187	46.27473
S14	0	21	46.5	1.56	19.1075	K	255	142	55	54	53	78.7037	2.357215	50.6928
						P	219	104	48	45	42	81.11111	2.858956	61.48292
S15	0	23	56	1.61	21.6041	K	300	144	62	54	52	89.28571	2.81504	50.26858
						P	300	160	62	58	51	87.7193	2.593278	46.30854
S16	0	21	53	1.57	21.50189	K	202	132	54	54	52	63.125	2.344107	44.22843
						P	148	122	55	48	47	49.33333	2.202065	41.5484
S17	0	21	48	1.54	20.2395	K	123	150	54	46	44	42.70833	1.571251	32.7344
						P	300	150	63	56	53	87.2093	2.41677	50.34937

S18	0	19	46	1.505	20.30883	K	300	178	71	66	62	75.37688	1.764132	38.35071
						P	300	134	59	56	56	87.7193	2.526638	54.92692
S19	0	18	57.5	1.615	22.04564	K	176	166	63	53	48	53.65854	1.969762	34.25673
						P	300	164	70	69	63	74.25743	2.385141	41.48071
S20	0	21	59	1.58	23.63403	K	164	168	60	58	52	48.23529	1.777928	30.13438
						P	240	164	73	65	63	59.70149	2.043786	34.64044

Lampiran 4.3 Hasil Uji Normalitas *Saphiro-Wilk*

	KELOMPOK	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
NILAI	Kontrol	.184	20	.076	.928	20	.139
	Perlakuan	.111	20	.200*	.954	20	.433

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Lampiran 4.4 Hasil Uji T berpasangan (*Paired T-test*)

	Paired Differences	t	df	Sig. (2-tailed)					
					Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
Pair 1	Kontrol - Perlakuan	-6.177789	7.051870	1.576846	-9.478166	-2.877413	-3.918	19	.001