



**PENGARUH PEMBERIAN NATRIUM BIKARBONAT TERHADAP
KELELAHAN DAN NYERI OTOT SETELAH
MELAKUKAN *TREADMILL***

SKRIPSI

Oleh

**Fath Arina Fahma
NIM 132010101064**

**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS JEMBER
2017**



**PENGARUH PEMBERIAN NATRIUM BIKARBONAT TERHADAP
KELELAHAN DAN NYERI OTOT SETELAH
MELAKUKAN *TREADMILL***

SKRIPSI

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

Oleh

**Fath Arina Fahma
NIM 132010101064**

**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS JEMBER
2017**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT atas segala takdir, skenario perjalanan yang sangat indah di kehidupan saya;
2. Nabi Muhammad SAW sebaik-baik teladan yang menjadi penuntun bagi saya dalam bertindak.
3. Ayah Moch Setyadji dan Ibu Asmah Rofiati tercinta;
4. Guru-guru saya yang telah mendidik saya dengan penuh kesabaran mulai dari Taman Kanak-Kanak hingga Perguruan Tinggi.
5. Almamater Fakultas Kedokteran Universitas Jember

MOTO

“Orang mukmin yang kuat lebih baik dan lebih dicintai oleh Allah daripada orang mukmin yang lemah. Namun, kedua-duanya mempunyai kebaikan. Bersungguh-sungguhlah untuk mendapatkan sesuatu yang bermanfaat bagimu dan mintalah pertolongan kepada Allah. Dan janganlah menjadi lemah.”
(kutipan terjemah HR. Muslim no. 2664)^{*)}



^{*)} Baqi, Muhammad Fu'ad Abdul. 2012. Terjemahan Al-Lu'lu'uwalmarjan (Kumpulan Hadits Shahih Bukhari Muslim). Semarang: Pustaka Riski Putra

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Fath Arina Fahma

NIM : 132010101064

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Pengaruh Pemberian Natrium Bikarbonat terhadap Kelelahan dan Nyeri Otot 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 di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 30 Mei 2017

Yang menyatakan,

Fath Arina Fahma
NIM 132010101064

SKRIPSI

**PENGARUH PEMBERIAN NATRIUM BIKARBONAT TERHADAP
KELELAHAN DAN NYERI OTOT SETELAH
MELAKUKAN *TREADMILL***

Oleh

Fath Arina Fahma
NIM 132010101064

Pembimbing

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

Dosen Pembimbing Anggota : dr. Hairrudin, M.Kes

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengaruh Pemberian Natrium Bikarbonat terhadap Kelelahan dan Nyeri Otot Setelah Melakukan *Treadmill*” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Kedokteran Universitas Jember pada:

hari, tanggal : Rabu, 16 Juni 2017

tempat : Fakultas Kedokteran Universitas Jember

Tim Penguji:

Penguji I,

Penguji II,

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

dr. Muhammad Hasan, M.Kes., Sp.OT
NIP. 19690411 199903 1 001

Penguji III,

Penguji IV,

dr. Cholis Abrori, M.Kes, M.Pd.Ked
NIP 19710521 199803 1 003

dr. Hairrudin, M.Kes
NIP 19751011 200312 1 008

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Jember

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

RINGKASAN

Pengaruh Pemberian Natrium Bikarbonat terhadap Kelelahan dan Nyeri Otot Setelah Melakukan *Treadmill*; Fath Arina Fahma, 132010101064; 2017: 47 halaman; Fakultas Kedokteran Universitas Jember.

Treadmill merupakan salah satu bentuk latihan fisik yang mengalami transisi penggunaan energi dari proses metabolisme aerobik menuju metabolisme anaerobik. Metabolisme anaerobik akan menghasilkan akumulasi asam laktat dan dapat menyebabkan kelelahan dan nyeri otot. Pada umumnya, nyeri ini timbul setelah latihan dan mencapai puncak pada 24 sampai 48 jam setelahnya. Secara fisiologis, akumulasi asam laktat sebagai akibat dari latihan intensitas tinggi akan dinetralkan oleh beberapa sistem penyangga dalam tubuh. Ketika kapasitas penyangga di intraseluler terlampaui, asam laktat akan berdifusi ke dalam darah. Pada saat itu, mekanisme penyangga ekstraseluler seperti sistem bikarbonat akan dirangsang. Penambahan bioavailabilitas dari ion bikarbonat (HCO_3^-) ekstraseluler akan menetralkan asam yang berlebih. Natrium bikarbonat (NaHCO_3) dapat berfungsi sebagai senyawa penyangga dari luar tubuh dengan menambah bioavailabilitas [HCO_3^-] kemudian mengikat H^+ untuk membentuk asam karbonat (H_2CO_3). H_2CO_3 secara reversibel diubah menjadi H_2O dan CO_2 oleh enzim karbonat anhidrase (CA).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian natrium bikarbonat terhadap berkurangnya kelelahan dan nyeri otot setelah melakukan *treadmill*. Penelitian ini menggunakan metode *quasi eksperimental* dengan rancangan eksperimental seri dimana sukarelawan menjadi kontrol atas dirinya sendiri. Sampel menggunakan 20 orang yang dipilih dari populasi mahasiswa tingkat sarjana Fakultas Kedokteran Universitas Jember. Semua sukarelawan masuk ke dalam kelompok kontrol dan mengonsumsi minuman jeruk yang mengandung natrium klorida 100mg/kgBB. Satu jam setelahnya sukarelawan melakukan *treadmill* hingga mencapai kelelahan otot maksimal. Lama waktu yang dicapai kemudian dicatat kemudian dilakukan pengukuran intensitas nyeri dengan *Visual Analog Scale* (VAS) sesaat setelah *treadmill*, 24 jam, 48 jam, dan 72 jam

setelah melakukan *treadmill*. Seminggu setelahnya sukarelawan berperan sebagai kelompok perlakuan melakukan protokol yang sama dengan mengonsumsi minuman jeruk yang mengandung natrium bikarbonat 300mg/kgBB.

Hasil penelitian ini antara lain didapatkan lama *treadmill* rata-rata kelompok kontrol yaitu 717 detik, sedangkan kelompok perlakuan yaitu 787 detik. Pemeriksaan intensitas nyeri yang dilakukan sesaat setelah *treadmill* memiliki nilai rata-rata sebesar 55,4 satuan pada kelompok kontrol dan 44,7 satuan pada kelompok perlakuan. Pada 24 jam setelah *treadmill*, nilai rata-rata intensitas nyeri otot kelompok kontrol adalah 4,9 satuan, sedangkan pada kelompok perlakuan adalah 4,3 satuan. Pada 48 dan 72 jam setelah *treadmill*, semua sukarelawan pada kelompok kontrol maupun perlakuan sudah tidak merasakan nyeri otot.

Berdasarkan analisis data dengan *T-paired test*, pemberian natrium bikarbonat pada kelompok perlakuan meningkatkan lama *treadmill* dan menurunkan intensitas nyeri sesaat setelah *treadmill* secara signifikan ($p < 0,05$) jika dibandingkan dengan kelompok kontrol. Namun intensitas nyeri tunda pada kelompok perlakuan tidak menurun secara signifikan ($p > 0,05$).

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah Swt. karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Pemberian Natrium Bikarbonat terhadap Kelelahan dan Nyeri Otot Setelah Melakukan *Treadmill*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi tugas akhir yang merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) 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 yang telah memberikan bimbingan dan bantuan dalam menempuh pendidikan kedokteran di Universitas Jember;
2. dr. Cholis Abrori, M.Kes, M.Pd.Ked selaku Dosen Pembimbing Utama dan dr. Hairrudin, M.Kes selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, serta perhatiannya untuk membimbing penelitian dan penulisan skripsi ini;
3. Dr. dr. Aris Prasetyo, M.Kes selaku Ketua Tim Penguji dan dr. Muhammad Hasan, M.Kes., Sp.OT selaku Anggota I Tim Penguji yang telah meluangkan waktu untuk menguji skripsi ini;
4. Ayah Moch Setyadji dan Ibu Asmah Rofiati atas segala dukungan, do’a, nasihat, dan curahan kasih sayang yang tak akan pernah putus;
5. Kedua kakak saya Muhammad Hezby Al-Haq dan Muhammad Ghaida Akbar, adik-adik saya Ghina Rifqia, Muhammad Zakiy Abdussalam, Shafa Syahida, Hanim Faradisa Shafwa, serta keluarga besar yang selalu memberikan semangat;
6. Dina Faizatur Rahmah, sahabat dunia-akhirat, rekan ber-*partner* apapun yang selalu mengingatkan penulis;
7. Ustadzah Kiptiyah, Mbak Tira selaku teman kamar penulis, dan saudara-saudara di RQM. Al-Ikhlas yang telah mengantarkan penulis dengan sebenar-benar hijrah;

8. Rosi Tri Wulandari, Intan Wahyu Prabandari, Septiarina Putri Dewantari, Annisa Rachmawati selaku sahabat-sahabat penulis yang telah membantu jalannya penelitian dan selalu memberikan dukungan serta semangat kepada penulis;
9. Teman-teman angkatan 2016, 2015, 2014, dan 2013 yang telah menyumbangkan waktu dan tenaga sebagai sukarelawan dalam penelitian ini;
10. Mbak Lilik selaku analis Laboratorium Farmakologi Fakultas Kedokteran Universitas Jember yang telah membantu dan selalu memberikan semangat;
11. Keluarga 2013 (Vesalius) yang sudah berjuang bersama selama ini;
12. Seluruh civitas Fakultas Kedokteran Universitas Jember yang membantu dalam urusan skripsi ini;
13. Semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menerima kritik dan saran dari semua pihak untuk kesempurnaan skripsi ini. Penulis juga berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 30 Mei 2017

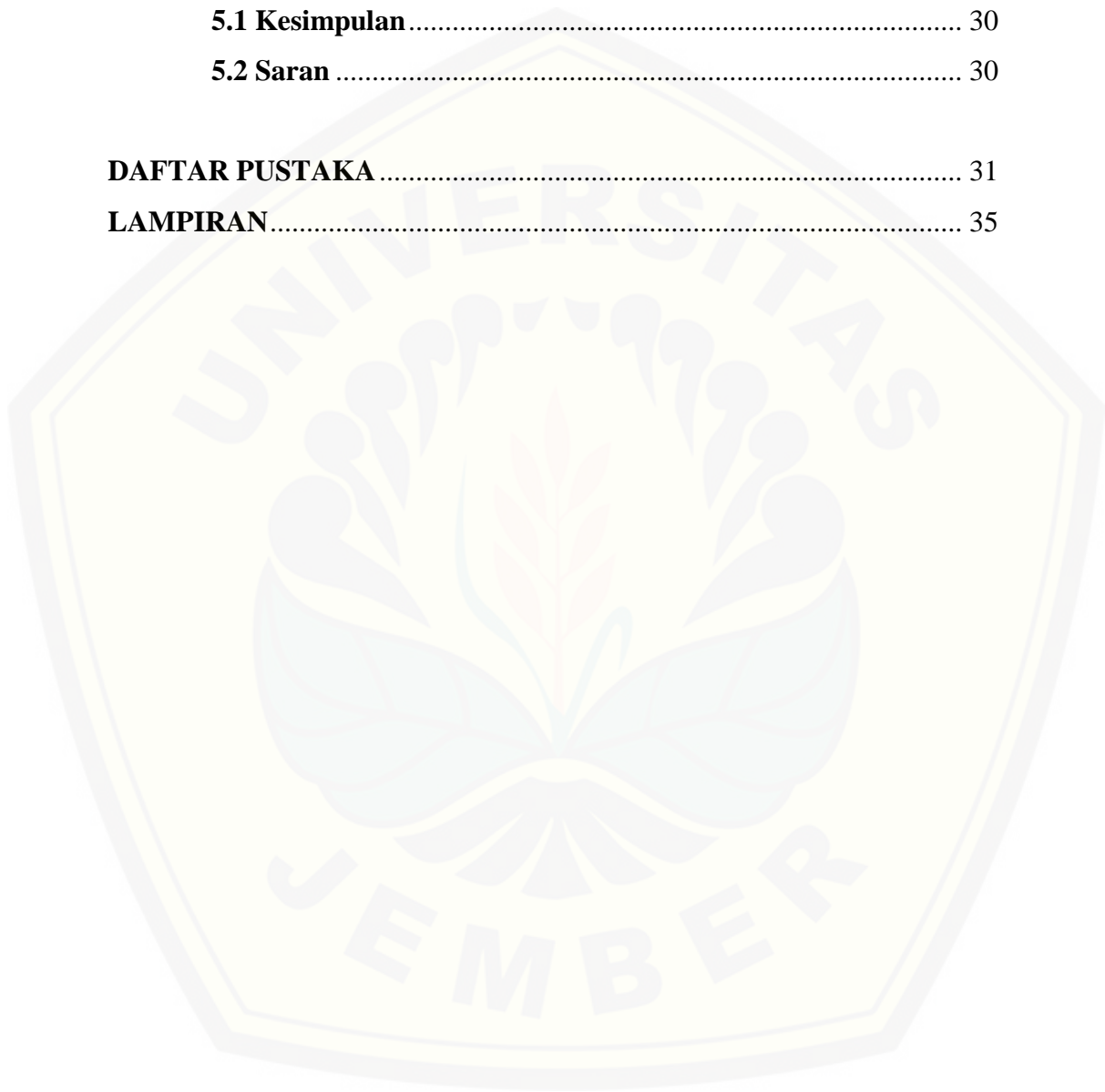
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
HALAMAN MOTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBING.....	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
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.....	5
2.1 Latihan Fisik.....	5
2.1.1 Jenis Metabolisme.....	5
2.1.2 <i>Treadmill</i>	7
2.2 Kelelahan otot.....	8
2.3 Nyeri Otot	10
2.4 Sistem Penyangga Asam-Basa	10
2.4.1 Ion Bikarbonat (HCO ₃ ⁻).....	10

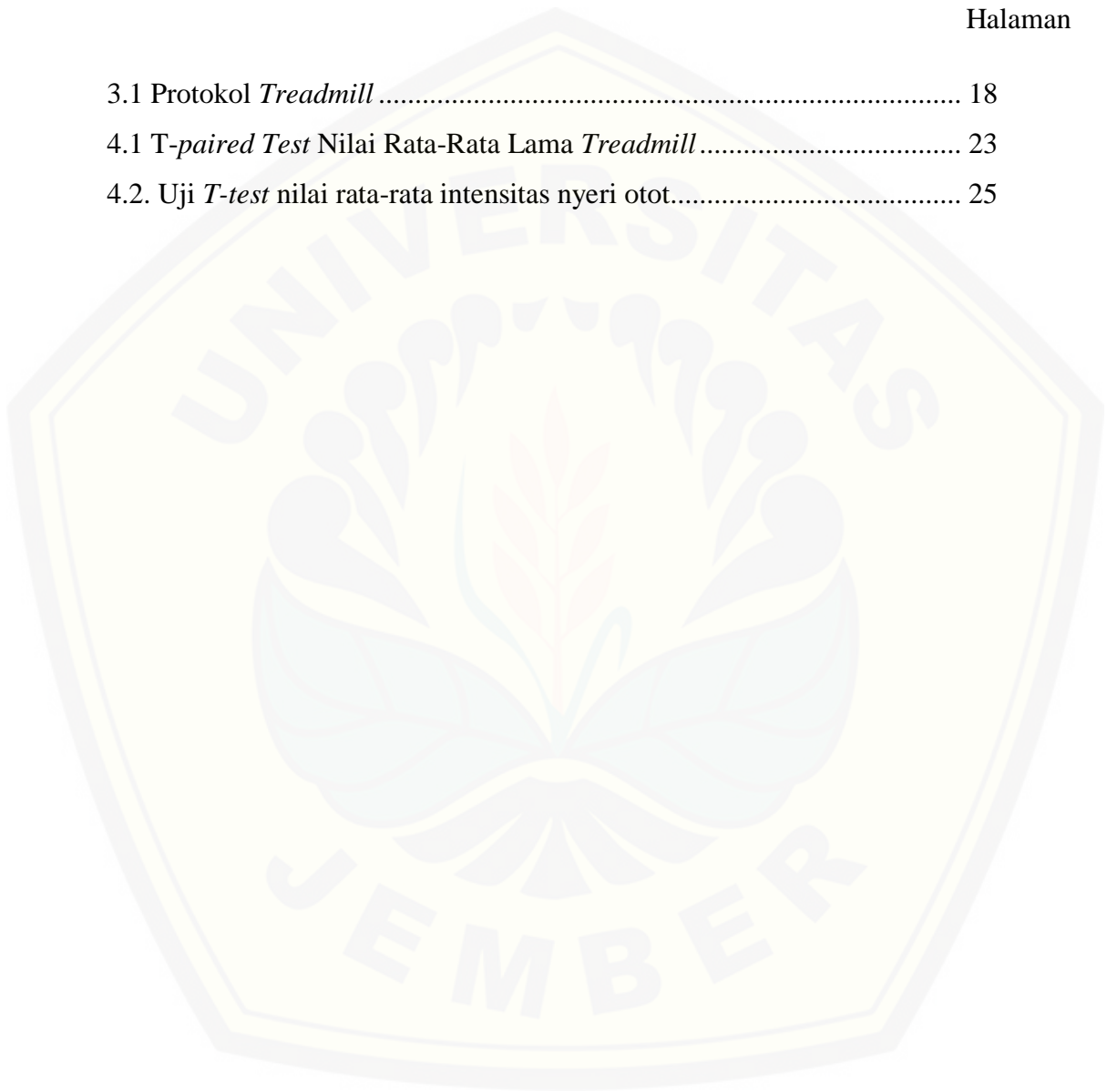
2.5 Natrium Bikarbonat	11
2.5.1 Farmakokinetik	12
2.5.2 Mekanisme Penyangga	12
2.5.3 Dosis dan Efek Samping.....	12
2.6 Kerangka Konseptual Penelitian	14
2.7 Hipotesis Penelitian	15
BAB 3. METODE PENELITIAN	16
3.1 Jenis Penelitian	16
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	16
3.3 Populasi dan Sampel Penelitian	16
3.3.1 Populasi	16
3.3.2 Sampel	16
3.3.3 Besar Sampel	17
3.4 Variabel Penelitian	17
3.4.1 Variabel Bebas	17
3.4.2 Variabel Terikat	17
3.4.3 Variabel Terkendali	18
3.5 Definisi Operasional	18
3.6 Rancangan Penelitian	19
3.7 Alat dan Bahan Penelitian	19
3.8 Prosedur Penelitian	20
3.8.1 Uji Kelayakan Etik.....	20
3.8.2 Pembagian Kelompok Sukarelawan	20
3.8.3 Perlakuan terhadap Sukarelawan	20
3.9 Analisis Data	21
3.10 Alur Penelitian	22
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Hasil Penelitian	23
4.1.1 Perbedaan Lama dalam Melakukan <i>Treadmill</i>	23
4.1.2 Perbedaan Intensitas Nyeri Otot Sukarelawan.....	24
4.2 Pembahasan	25

4.2.1 Perbedaan Lama <i>Treadmill</i>	26
4.2.2 Perbedaan Intensitas Nyeri Otot Sukarelawan.....	28
4.3 Keterbatasan Penelitian	29
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	30
5.1 Kesimpulan	30
5.2 Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN	35



DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 Protokol <i>Treadmill</i>	18
4.1 <i>T-paired Test</i> Nilai Rata-Rata Lama <i>Treadmill</i>	23
4.2. Uji <i>T-test</i> nilai rata-rata intensitas nyeri otot.....	25



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Skema Metabolisme Aerobik.....	7
2.2 Grafik Akumulasi Asam Laktat	8
2.3 Struktur NaHCO_3	11
2.4 Grafik Hasil Penelitian McNaughton (1992)	13
2.5 Kerangka Konseptual Penelitian.....	14
3.1 Skema Rancangan Penelitian	19
3.2 Alur Penelitian	22
4.1 Grafik lama <i>treadmill</i> pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan pada kelelahan otot maksimal	23
4.2 Grafik Rata-Rata Intensitas Nyeri Otot dengan VAS	24

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
3.1 Keterangan Persetujuan Etik	35
3.2 Lembar <i>Informed Consent</i>	37
3.3 <i>Visual Analog Scale</i> (VAS).....	38
3.4. Lembar Pencatatan Individu	38
3.5 Data Lama <i>Treadmill</i> Sukarelawan	40
3.6 Data Intensitas Nyeri Sukarelawan	41
3.7 Foto Penelitian	43
4.1 Uji Normalitas Lama <i>Treadmill</i> Kelompok Kontrol dan Perlakuan	45
4.2 <i>T-paired Test</i> Lama <i>Treadmill</i>	45
4.3 Uji Normalitas Intensitas Nyeri Sesaat Setelah <i>Treadmill</i> Kelompok Kontrol dan Perlakuan	46
4.4 <i>T-paired Test</i> Intensitas Nyeri Sesaat Setelah <i>Treadmill</i>	46
4.5 Uji Normalitas Intensitas Nyeri 24 Jam Setelah <i>Treadmill</i> Kelompok Kontrol dan Perlakuan	47
4.6 <i>T-paired Test</i> Intensitas Nyeri 24 Jam Setelah <i>Treadmill</i>	47

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Latihan fisik adalah suatu bentuk kegiatan fisik yang dapat meningkatkan kebugaran jasmani karena bukan hanya melibatkan sistem muskuloskeletal, namun juga mengikutsertakan sistem lain seperti sistem kardiovaskuler, respirasi, ekskresi, saraf, dan lain-lain (Sukmaningtyas & Pudjonarko, 2002). Menurut Handayani *et al.* (2015), rata-rata penduduk Indonesia melakukan latihan fisik sekali dalam seminggu. Ditinjau dari frekuensi, persentase penduduk yang melakukan latihan fisik selama 31-60 menit dalam sehari sebesar 50,14 persen dan 10-30 menit sebesar 34,02 persen. Sedangkan penduduk yang latihan fisik selama 61-120 menit dan lebih dari 120 menit persentasenya relatif kecil yaitu 15,19 persen dan 0,56 persen. Data tersebut menunjukkan sebagian besar penduduk Indonesia tergolong orang tidak terlatih, yaitu dengan volume latihan fisik kurang dari 3 jam setiap minggu (Nimmerichter *et al.*, 2015).

Treadmill merupakan salah satu bentuk latihan fisik yang mengalami transisi penggunaan energi dari proses metabolisme aerobik menuju metabolisme anaerobik. Terdapat tiga fase metabolisme yang terjadi dengan meningkatnya beban *treadmill*. Fase pertama yaitu fase aerobik, kedua yaitu fase transisi aerobik menuju anaerobik, dan ketiga yaitu fase anaerobik. Beberapa teori menyebutkan bahwa metabolisme anaerobik akan menghasilkan akumulasi asam laktat dan dapat menyebabkan kelelahan dan nyeri otot (Skinner & Mclellan, 1980; Widyanto *et al.*, 2014).

Kelelahan otot pada manusia dapat ditandai dengan penurunan gerakan volunter dan pengurangan fungsi otot yang merupakan penghalang selama latihan. Mekanisme timbulnya kelelahan otot ini dapat menginduksi perasaan nyeri. Pada umumnya, nyeri ini timbul setelah latihan dan mencapai puncak pada 24 sampai 48 jam setelahnya (Ishii & Nishida, 2014). Orang-orang yang tidak terlatih memiliki kecenderungan kelelahan dan nyeri otot lebih tinggi dibandingkan dengan orang yang terlatih seperti atlet. Hal ini terjadi karena metabolisme para atlet didominasi oleh metabolisme aerobik sehingga akumulasi asam laktat lebih

sedikit. Selain itu, tubuh mereka dapat melakukan adaptasi dengan cara meningkatkan rasio oksigen tertinggi yang dapat diambil oleh tubuh atau VO_2 max dan aktivitas enzim pengubah laktat seperti laktat dehidrogenase yang akan menurunkan kadar asam laktat dalam darah (Green *et al.*, 2014; Basset & Howley, 2000).

Pengurangan asam laktat dari dalam tubuh dapat dilakukan dengan dua cara yaitu, pembuangan melalui keringat maupun urin dan pengubahan asam laktat menjadi senyawa lain. Pengubahan asam laktat menjadi senyawa lain memegang persentase terbesar untuk mengurangi nyeri otot dibanding dengan pembuangan (Bompa, 2009). Secara fisiologis, akumulasi asam laktat sebagai akibat dari latihan intensitas tinggi akan dinetralkan oleh beberapa sistem penyangga dalam tubuh. Ketika kapasitas penyangga di intraseluler terlampaui, asam laktat akan berdifusi ke dalam darah. Pada saat itu, mekanisme penyangga ekstraseluler akan dirangsang (Matson & Tran, 1993). Salah satu sistem penyangga yang memiliki peran utama dalam menetralkan asam di ekstraseluler yaitu sistem bikarbonat (HCO_3^-/H_2CO_3). Sistem ini memberikan kontribusi $\pm 86\%$ dari total kapasitas penyangga (Adroque & Adroque, 2001; Poupin *et al.*, 2012).

Natrium bikarbonat, dengan rumus kimia $NaHCO_3$ dapat berfungsi sebagai senyawa penyangga dari luar tubuh. Mekanisme utama dari $NaHCO_3$ yaitu menambah bioavailabilitas $[HCO_3^-]$ yang akan bergabung dengan H^+ untuk membentuk asam karbonat (H_2CO_3) kemudian secara reversibel oleh enzim karbonat anhidrase (CA) diubah menjadi H_2O dan CO_2 (Higgins, 2013). Beberapa penelitian sebelumnya menjelaskan konsumsi natrium bikarbonat dapat menetralkan asam berlebih sehingga dapat meningkatkan kapasitas latihan aerobik maupun anaerobik para atlet (Arciero *et al.*, 2015). Belum ada penelitian lebih lanjut yang menjelaskan efek natrium bikarbonat pada orang-orang tidak terlatih. Maka perlu dilakukan pengujian efek pemberian natrium bikarbonat (dalam bentuk larutan) terhadap kelelahan dan nyeri otot setelah melakukan *treadmill* sehingga dapat meningkatkan ambang waktu kelelahan serta lama latihan fisik pada orang-orang tidak terlatih.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana pengaruh pemberian natrium bikarbonat terhadap berkurangnya kelelahan dan nyeri otot setelah melakukan *treadmill*?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan umum

Untuk mengetahui pengaruh pemberian natrium bikarbonat terhadap berkurangnya kelelahan dan nyeri otot setelah melakukan *treadmill*.

1.3.2 Tujuan khusus

- a. Mengetahui perbedaan kelelahan otot yang ditunjukkan dengan lama *treadmill* kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan setelah pemberian natrium bikarbonat.
- b. Mengetahui perbedaan intensitas nyeri sesaat antara kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan setelah pemberian natrium bikarbonat.
- c. Mengetahui perbedaan intensitas nyeri otot tunda (pada 24 jam, 48 jam, dan 72 jam setelah *treadmill*) antara kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan setelah pemberian natrium bikarbonat.

1.4 Manfaat

Berdasarkan uraian di atas, manfaat penelitian yang diharapkan sebagai berikut

a. Bagi ilmu pengetahuan

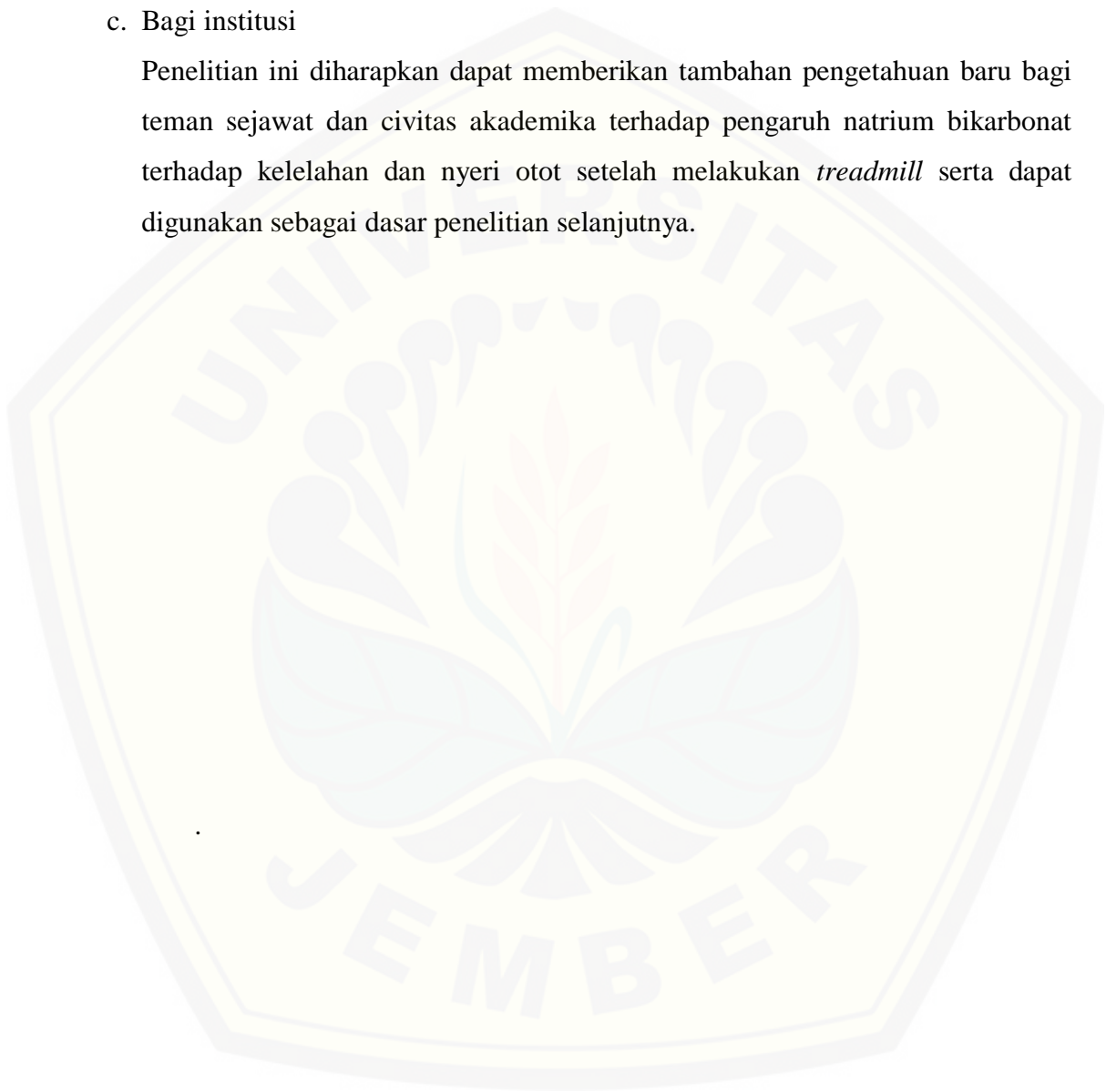
Memberikan informasi tentang pengaruh natrium bikarbonat (dalam bentuk larutan) terhadap kelelahan dan nyeri otot setelah melakukan *treadmill* serta dapat digunakan sebagai bahan pengembangan penelitian berikutnya terkait makanan atau minuman yang mengandung natrium bikarbonat sebagai pencegah kelelahan dan nyeri otot setelah latihan fisik pada orang-orang yang tidak terlatih.

b. Bagi masyarakat

Menambah wawasan peneliti tentang pengaruh natrium bikarbonat terhadap kelelahan dan nyeri otot setelah melakukan *treadmill* sehingga dapat digunakan untuk mengedukasi masyarakat.

c. Bagi institusi

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan tambahan pengetahuan baru bagi teman sejawat dan civitas akademika terhadap pengaruh natrium bikarbonat terhadap kelelahan dan nyeri otot setelah melakukan *treadmill* serta dapat digunakan sebagai dasar penelitian selanjutnya.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Latihan Fisik

Latihan fisik adalah suatu bentuk kegiatan fisik yang dapat meningkatkan kesegaran jasmani karena tidak hanya melibatkan sistem muskuloskeletal, namun juga mengikutsertakan sistem lain seperti sistem kardiovaskuler, respirasi, ekskresi, saraf, dan lain-lain. Latihan fisik mempunyai arti penting dalam memelihara kesehatan dan menyembuhkan tubuh yang tidak sehat. Apabila latihan fisik dilakukan dengan takaran yang sesuai baik secara intensitas, lama dan frekuensinya, maka akan memberikan hasil peningkatan kerja otot, daya tahan, kecepatan reaksi, kemampuan pengambilan oksigen secara maksimal, menguatkan otot jantung, mengontrol tekanan darah serta frekuensi nadi (Sukmaningtyas & Pudjonarko, 2002).

Latihan fisik ditunjang oleh seberapa baik profil fisiologis seseorang yang merupakan kombinasi dari kekuatan (*strength*), kelentutan (*flexibility*), kelincahan (*agility*), kecepatan (*speed*), kapasitas aerobik dan kapasitas anaerobik. Kapasitas aerobik secara sederhana digambarkan sebagai kapasitas tubuh dalam melakukan aktivitas fisik tanpa membuat seseorang kehabisan napas (*running out of breath*), sedangkan kapasitas anaerobik merupakan kapasitas atau lama seseorang agar mampu melakukan suatu pekerjaan dengan intensitas tinggi ketika seseorang seakan kehabisan napas. Kapasitas aerobik terjadi ketika tubuh melakukan metabolisme secara aerobik, sedangkan kapasitas anaerobik ketika tubuh melakukan metabolisme anaerobik (Widyanto *et al.*, 2014).

2.1.1 Jenis Metabolisme

a. Metabolisme Anaerobik

Adenosine trifosfat (ATP) merupakan sumber energi yang terdapat di dalam sel-sel tubuh terutama sel otot yang siap dipergunakan untuk aktivitas otot. Terdapat 2 macam sistem pemakaian energi anaerobik yang dapat menghasilkan ATP selama latihan fisik yaitu (1) sistem ATP-kreatin fosfat (ATP-CP) dan (2) sistem asam laktat (Mihardja, 2004).

Sistem ATP-CP berguna untuk menggerakkan otot 6 – 8 detik, misalnya pada latihan anerobik seperti sprint 100 m, angkat besi dan tolak peluru. Ketika ATP terurai menjadi adenosine difosfat (ADP) dan fosfat anorganic (Pi), energi dihasilkan untuk melakukan kontraksi otot skelet selama latihan fisik. Disamping ATP, otot skelet juga mempunyai senyawa fosfat berenergi tinggi lain yaitu kreatin fosfat (CP), yang dapat digunakan untuk menghasilkan ATP. Di dalam tubuh, jumlah ATP dan CP yang dapat segera digunakan sangat sedikit. Sistem ATP-CP merupakan metabolisme anaerobik dimana ATP dan CP dapat diuraikan tanpa adanya oksigen (Mihardja, 2004).

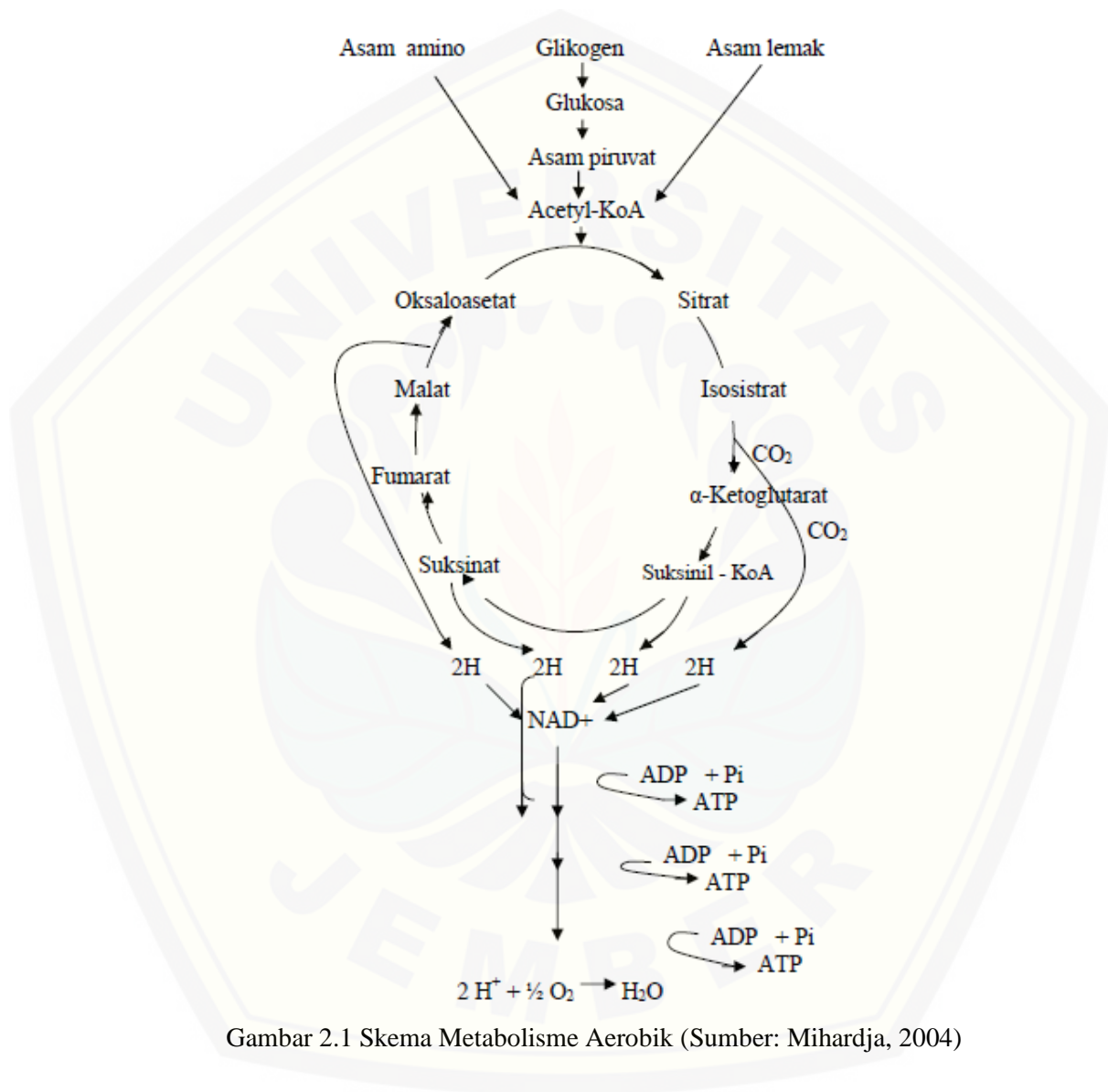
Sistem asam laktat adalah metabolisme anaerobik dimana ATP dihasilkan otot skelet melalui pemecahan glukosa atau glikolisis. Sistem asam laktat penting untuk latihan fisik intensitas tinggi yang lamanya 20 detik – 2 menit seperti sprint 200 – 800 m dan renang gaya bebas 100 m. Sistem ini penting untuk kontraksi otot pada latihan anaerobik dengan intensitas tinggi. Setelah 1,5 – 2 menit melakukan latihan anaerobik, penimbunan laktat yang terjadi akan menghambat glikolisis, sehingga timbul kelelahan otot. Pada sistem ini dari 1 mol (180 gram) glukosa otot dihasilkan 3 molekul ATP (Mihardja, 2004).

b. Metabolisme Aerobik

Metabolisme aerobik membutuhkan oksigen untuk menguraikan glukosa menjadi CO_2 dan H_2O melalui siklus Krebs (tricarboxylic acid cycle = TCA) dan sistem transport elektron. Adanya O_2 membuat glukosa terurai menjadi asam piruvat tanpa adanya penumpukan asam laktat. Asam piruvat yang terbentuk selanjutnya memasuki siklus Krebs dan sistem transport elektron (Mihardja, 2004).

Metabolisme aerobik digunakan untuk latihan fisik yang membutuhkan energi lebih dari 3 menit seperti lari maraton, *treadmill*, dan renang gaya bebas 1500 m. Metabolisme aerobik terjadi di dalam organel mitokondria dan menghasilkan ATP lebih lambat dibandingkan dengan sistem ATP-CP serta asam laktat. Namun produksi ATP pada metabolisme ini jauh lebih besar, pemecahan 1 mol atau 180 gram glukosa menghasilkan energi sebanyak 39 mol ATP. Hasil lain dari metabolisme ini yaitu CO_2 yang akan masuk ke dalam darah, dibawa ke paru

untuk dikeluarkan dan diganti dengan O_2 . Bahan yang dapat diuraikan pada metabolisme aerobik yaitu glukosa yang berasal dari glikogen, lemak (asam lemak) dan protein (asam amino)(Mihardja, 2004). Skema metabolisme aerobik dapat dilihat pada Gambar 2.1.

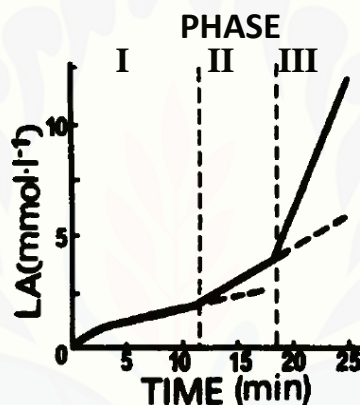


Gambar 2.1 Skema Metabolisme Aerobik (Sumber: Mihardja, 2004)

2.1.2 Treadmill

Treadmill merupakan salah satu bentuk latihan fisik yang mengalami transisi penggunaan energi dari proses metabolisme aerobik menuju metabolisme anaerobik. Indikator yang dapat digunakan untuk mendeteksi perubahan metabolik seseorang selama latihan fisik salah satunya yaitu pengukuran kadar

asam laktat darah (Pennington & Kinesiology, 2015). Berdasarkan James & Thomas (1980), Gambar 2.2 Grafik Akumulasi Asam Laktat menggambarkan hanya sedikit asam laktat yang terbentuk pada fase I, yaitu 0,7 – 0,8 mmol/L dan terus meningkat perlahan pada fase II hingga mendekati 4 mmol/L. Kemudian pada fase III terjadi peningkatan tajam kadar asam laktat dari nilai 4 mmol/L. Hal ini menunjukkan terdapat tiga fase metabolisme yang terjadi pada latihan *treadmill* dengan meningkatnya beban latihan fisik. Fase pertama yaitu fase aerobik, kedua yaitu fase transisi aerobik menuju anaerobik, dan ketiga yaitu fase anaerobik.



Gambar 2.2 Grafik Akumulasi Asam Laktat (Sumber: Skinner & Mcllellan, 1980)

Pada orang-orang terlatih seperti atlet memiliki kecenderungan akumulasi asam laktat lebih sedikit dibandingkan dengan orang yang tidak terlatih. Hal ini terjadi karena metabolisme para atlet didominasi oleh metabolisme aerobik. Selain itu, tubuh mereka dapat melakukan adaptasi dengan cara meningkatkan rasio oksigen tertinggi yang dapat diambil oleh tubuh atau VO_2 max dan aktivitas enzim pengubah laktat seperti laktat dehidrogenase yang akan menurunkan kadar asam laktat dalam darah (Green *et al.*, 2014; Basset & Howley, 2000).

2.2 Kelelahan otot

Kelelahan fisik ialah menurunnya kapasitas kerja fisik yang disebabkan oleh pekerjaan itu sendiri. Menurunnya kapasitas kerja berarti semakin berkurang

kualitas dan kuantitas kerja atau gerakan fisik tersebut. Bila lingkungannya dipersempit pada kualitas gerakan, maka kelelahan ditunjukkan dengan menurunnya kualitas gerak (Giriwijoyo, 2010). Kelelahan dapat terjadi sewaktu melakukan latihan aerobik dan anaerobik dengan durasi serta intensitas yang relatif tinggi. Hal ini disebabkan oleh peningkatan asam laktat di dalam otot sehingga pH menjadi rendah dan terjadi inhibisi enzim fosfofruktokinase yang akan mengganggu pembentukan energi selama kontraksi otot (Widyanto *et al.*, 2014). Penurunan pH dapat mempersulit aktivitas dan penyebaran ion kalsium dari retikulum sarkoplasma menuju jembatan aktin-miosin pada proses kontraksi otot (Zareyan & Saedmocheshi, 2015).

Selama kontraksi otot, pergerseran filamen-flamen tebal dan tipis terjadi bila kepala miosin berikatan erat dengan aktin, melekok pada tempat hubungan kepala miosin dengan lehernya, kemudian kembali. Ayunan tenaga ini bergantung pada hidrolisis ATP secara simultan. Setiap ayunan tenaga akan memendekkan sarkomer kurang lebih sepanjang 10nm. Proses terpicunya kontraksi oleh depolarisasi serat otot dinamakan proses *excitation-contraction-coupling* (ECC). Potensial aksi dihantarkan ke seluruh fibril yang terdapat dalam serat otot melalui sistem T. Impuls dari sistem ini memicu pelepasan ion Ca^{2+} dari sistem terminal, yaitu kantung lateral retikulum sarkoplasma. Ca^{2+} memicu kontraksi otot karena diikat oleh troponin C. Pada keadaan otot yang istirahat, troponin I terikat erat dengan aktin, dan tropomiosin menutupi tempat-tempat untuk mengikat kepala miosin di molekul aktin. Jadi, kompleks troponin-tropomiosin membentuk protein relaksan yang menghambat interaksi aktin dengan miosin. Bila Ca^{2+} yang dilepaskan oleh potensial aksi diikat oleh tropomiosin C, ikatan antara troponin I dengan aktin tampaknya melemah, dan hal ini memungkinkan tropomiosin bergerak ke lateral. Gerakan ini membuka tempat-tempat pengikatan kepala-kepala miosin. ATP kemudian terurai dan terjadilah kontraksi (Hardjono, 2012).

Segera setelah melepaskan Ca^{2+} , retikulum sarkoplasma mulai mengumpulkan kembali Ca^{2+} dengan transport aktif ke dalam bagian longitudinal retikulum. Pompa yang bekerja adalah $\text{Ca}^{2+}\text{-Mg}^{2+}$ ATPase. Ca^{2+} kemudian berdifusi ke dalam tempat penyimpanannya yaitu pada sistem terminal sampai

dilepaskan potensial aksi berikutnya. Bila kadar Ca^{2+} di luar retikulum sudah cukup rendah, interaksi kimiawi antara mosin dan aktin terhenti dan otot relaksasi (Hardjono, 2012).

2.3 Nyeri Otot

Nyeri otot merupakan fenomena yang dialami oleh kebanyakan atlet. Nyeri otot dapat bersifat akut atau sesaat maupun tertunda. Etiologi dari nyeri otot akut dikaitkan dengan dengan mekanisme tersensitisasinya ujung saraf nyeri oleh ion H^+ asam laktat atau hipoksia sementara akibat iskemik otot (Gulick & Kimura, 1996; Shaji *et. al*, 2015). Sedangkan perasaan nyeri atau ketidaknyamanan pada otot beberapa jam setelah aktivitas fisik berlebih disebut dengan nyeri tunda atau DOMS (*delayed onset muscle soreness*). Aktivitas fisik yang berlebihan dan bertambahnya akumulasi asam laktat dapat menyebabkan cedera atau *micro trauma* pada serabut otot dan secara otomatis akan direspon tubuh dengan memperbaiki kerusakan jaringan (Cheung *et al.*, 2003). Perbaikan ini dapat mensensitisasi ujung saraf sensorik sehingga akan timbul rasa nyeri karena rangsangan tersebut. DOMS secara normal meningkat pada 24 jam pertama setelah latihan fisik dan mencapai puncaknya pada 24-72 jam kemudian menghilang setelah 5-7 hari (Shaji *et. al*, 2015).

2.4 Sistem Penyangga Asam-Basa

Sistem penyangga asam-basa adalah senyawa yang tidak mengalami perubahan pH signifikan ketika senyawa dasar asam atau basa didalamnya ditambahkan atau dikurangi (McNamara & Worthley, 2001). Sistem ini merupakan pertahanan awal terhadap perubahan pH (Adroque & Adroque, 2001). Tubuh memiliki tiga senyawa penyangga utama, antara lain (1) ion bikarbonat (HCO_3^-), (2) protein dan fosfat, dan (3) hemoglobin.

2.4.1 Ion Bikarbonat (HCO_3^-)

Menurut Higgins (2013), sistem bikarbonat ($\text{HCO}_3^-/\text{H}_2\text{CO}_3$) merupakan sistem penyangga terbesar dan memegang peran penting pada proses homeostasis

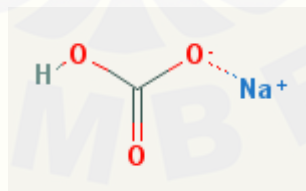
asam basa di dalam tubuh manusia. Sistem ini memiliki kontribusi sebesar 36% pada cairan intraseluler, dan 86% pada cairan ekstraseluler dari total sistem penyangga (Adroque & Adroque, 2001; Poupin *et al.*, 2012). Sistem bikarbonat memiliki reaksi bolak-balik (reversibel) sebagai berikut



2.5 Natrium Bikarbonat

Berdasarkan Rowe *et al.*(2006), natrium bikarbonat adalah bubuk kristal berwarna putih yang memiliki rasa sedikit basa (pahit), berbau khas, dan biasa digunakan sebagai senyawa penyangga untuk menyeimbangkan pH, pengisian elektrolit serta alkalizer sistemik. Natrium bikarbonat dapat berdisosiasi membentuk ion natrium dan ion bikarbonat. Bentukan ion ini dapat meningkatkan kadar bikarbonat dalam plasma dan mengikat ion hidrogen berlebih sehingga dapat meningkatkan pH.

Natrium bikarbonat memiliki nama lain seperti sodium bikarbonat, baking soda, garam monosodium asam karbonat, sodium hidrogen karbonat dan lain lain. Terdiri dari atom Na (Natrium), H (Hidrogen), C (Karbon) dan O (Oksigen), natrium bikarbonat memiliki formula NaHCO_3 dengan struktur kimia yang dapat dilihat pada Gambar 2.3 (PubChem NCBI, 2016).



Gambar 2.3 Struktur NaHCO_3 (Sumber: Pubchem NCBI, 2016)

Pada suhu 25 °C, 10000mg/L natrium bikarbonat dapat larut dalam air. Namun pada cairan etanol, bubuk ini tidak dapat larut. Natrium bikarbonat dapat bersifat stabil di udara kering, namun dapat terurai perlahan-lahan dalam udara lembab (Rowe *et al.*, 2006).

2.5.1 Farmakokinetik

Natrium bikarbonat oral diserap secara sempurna dan dieliminasi oleh ginjal dalam waktu 3-4 jam, sedangkan bentukan CO_2 yang dilepaskan diekskresikan melalui paru-paru. Kelebihan natrium bikarbonat akan disalurkan menuju usus halus dimana zat tersebut diserap. Untuk sediaan oral, *onset of action* dari natrium bikarbonat ini sangat cepat dengan durasi 8-10 menit, sedangkan untuk sediaan intravena, *onset of action* natrium bikarbonat berkisar 15 menit dan berdurasi 1-2 jam (Lelkin & Paluocek, 2007).

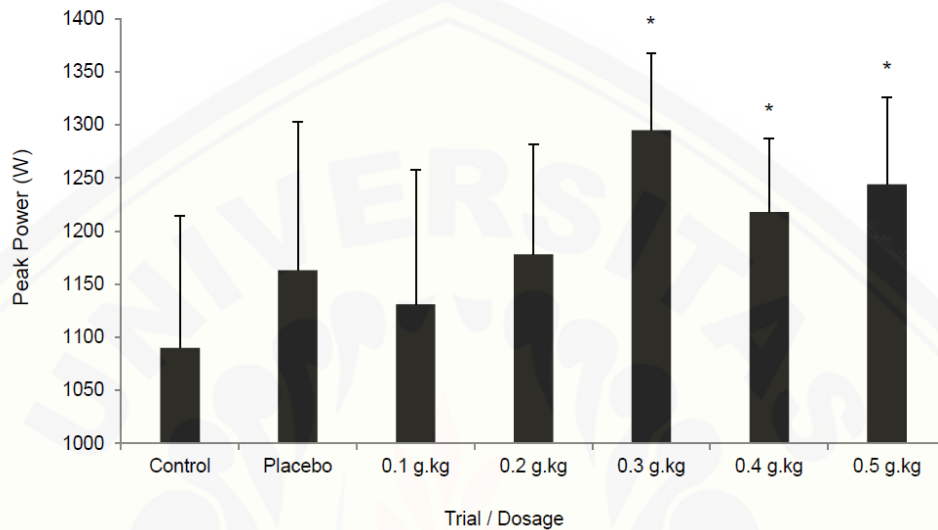
2.5.2 Mekanisme Penyangga

Proses akumulasi dan disosiasi asam laktat berlangsung secara signifikan selama latihan fisik intensitas tinggi sehingga meningkatkan ion laktat (La^-) dan hidrogen (H^+) pada otot serta aliran darah. La^- kemudian secara cepat bergabung dengan ion lain seperti Na^+ membentuk NaLa (natrium laktat). Akumulasi laktat dan/atau H^+ menjadi penyebab dari kelelahan otot. NaHCO_3 dapat memberikan manfaat ergogenik dengan menambahkan bioavailabilitas ion bikarbonat (HCO_3^-) dan bergabung dengan H^+ untuk membentuk asam karbonat (H_2CO_3) yang kemudian secara reversibel oleh enzim karbonat anhidrase (CA) diubah menjadi H_2O dan CO_2 (Higgins, 2013).

2.5.3 Dosis dan Efek Samping

Dosis pemberian natrium bikarbonat memiliki peran penting dalam menentukan efek ergogenik dari suplemen natrium bikarbonat. Penelitian yang dilakukan McNaughton (1992 dalam Higgins, 2013) membandingkan kinerja pesepeda *sprint* dalam satu menit setelah mengkonsumsi plasebo (kalsium karbonat 500 mg/kgBB), tanpa bahan tambahan (kontrol), dan natrium bikarbonat dengan variasi dosis 100 mg/kgBB, 200 mg/kgBB, 300 mg/kgBB, 400 mg/kgBB serta 500 mg/kgBB. Berdasarkan penelitian tersebut, sukarelawan yang mengkonsumsi natrium bikarbonat dengan dosis 200 mg/kgBB, 300 mg/kgBB, 400 mg/kgBB, dan 500 mg/kgBB menghasilkan kekuatan puncak lebih tinggi dibandingkan dengan sukarelawan yang mengkonsumsi plasebo dan natrium

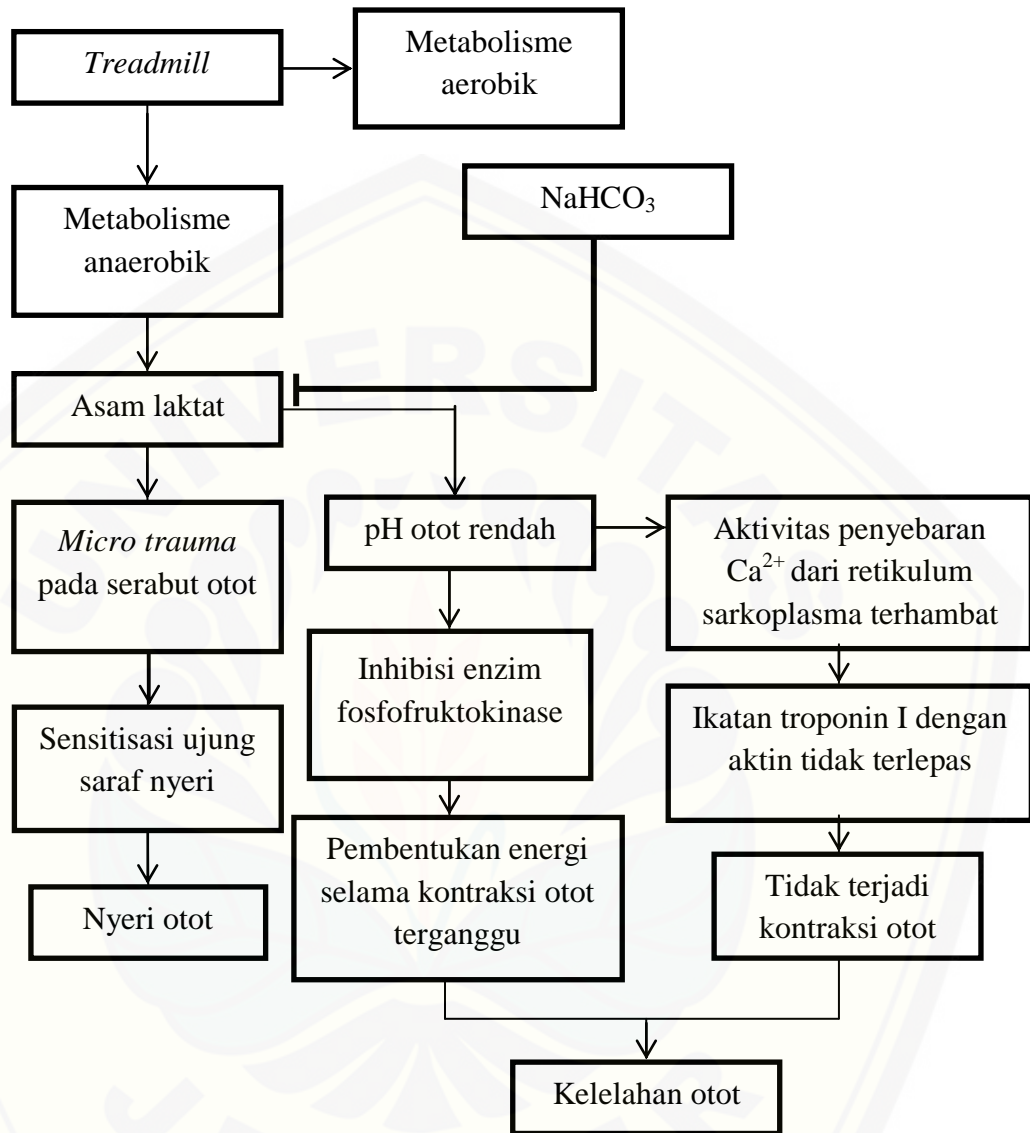
bikarbonat 100 mg/kgBB. Ketujuh kelompok tersebut menunjukkan kekuatan puncak tertinggi dihasilkan oleh kelompok sukarelawan yang mengkonsumsi natrium bikarbonat 300 mg/kgBB. Grafik hasil penelitian McNaughton (1992) dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Grafik Hasil Penelitian McNaughton (1992)

Meskipun tidak menunjukkan peningkatan kinerja lebih lanjut, dosis 400 dan 500 mg/kgBB menghasilkan efek samping gangguan pencernaan yang lebih tinggi dibandingkan kelompok lainnya (McNaughton, 1992). Menurut Burke dan Pyne (2007), kelemahan suplemen natrium bikarbonat adalah adanya kemungkinan gangguan pencernaan dengan gejala seperti mual, sakit perut, diare, dan muntah. Beberapa sukarelawan mengalami gangguan pencernaan sejak 30 menit setelah latihan fisik dan tampaknya terdapat hubungan yang setara antara peningkatan dosis, kinerja latihan fisik dan efek samping gangguan pencernaan yang ditimbulkan (McNaughton, 1992). Pengurangan efek samping ini dapat diantisipasi dengan pemberian makanan kaya karbohidrat sebelum melakukan latihan fisik (Carr *et al.*, 2012).

2.6 Kerangka Konseptual Penelitian



Gambar 2.5 Kerangka Konseptual Penelitian

2.7 Hipotesis

Terdapat pengaruh pemberian natrium bikarbonat terhadap berkurangnya kelelahan dan nyeri otot setelah melakukan *treadmill*.



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian *quasi eksperimental* atau eksperimental semu dengan rancangan eksperimental seri yaitu rancangan observasi variabel ter coba yang dilakukan beberapa kali pada sukarelawan, sebelum dan sesudah perlakuan. Sukarelawan pada kelompok perlakuan sekaligus berperan pada kelompok kontrol, atau dengan kata lain sukarelawan menjadi kontrol atas dirinya sendiri.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Farmakologi dan Laboratorium Fisiologi Fakultas Kedokteran Universitas Jember. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari - Februari 2017.

3.3 Populasi dan Sampel Penelitian

3.3.1 Populasi

Populasi penelitian adalah mahasiswa tingkat sarjana Fakultas Kedokteran Universitas Jember.

3.3.2 Sampel

Sampel adalah bagian dari populasi yang dipilih dengan cara tertentu hingga dianggap mewakili populasinya. Sampel pada penelitian ini menggunakan sukarelawan yang memenuhi kriteria pemilihan, yaitu kriteria inklusi dan kriteria eksklusi.

a. Kriteria Inklusi

- 1) Sukarelawan dewasa muda dengan usia $21,4 \pm 4,8$ tahun
- 2) Jenis kelamin laki-laki
- 3) Indeks masa tubuh kisaran $18,5 - 24,9 \text{ kg/m}^2$
- 4) Tekanan sistolik $\leq 120 \text{ mmHg}$
- 5) Tekanan diastolik $\leq 80 \text{ mmHg}$

6) Tergolong dalam orang tidak terlatih (rata-rata latihan fisik dalam satu minggu ≤ 3 jam)

b. Kriteria Eksklusi

- 1) Sukarelawan yang memiliki riwayat penyakit kardiovaskuler, paru dan ginjal
- 2) Sukarelawan melakukan latihan fisik diluar penelitian selama 1 minggu sebelum perlakuan sampai pengukuran terakhir dilakukan.
- 3) Sukarelawan mengkonsumsi minuman berenergi atau bahan makanan dan minuman yang mengandung kafein serta stimulan lain selama 1 minggu sebelum perlakuan sampai pengukuran terakhir dilakukan.

3.3.3 Besar Sampel

Menurut Roscoe (dalam Sugiyono, 2009), ukuran sampel yang layak dalam suatu penelitian berkisar antara 30 sampai dengan 500 orang yang masuk dalam kriteria inklusi serta menyatakan bersedia untuk menjadi sukarelawan. Jumlah sukarelawan pada penelitian ini adalah 20 orang, tiap subjek menjadi kontrol bagi dirinya sendiri sehingga besar sampel pada penelitian ini adalah 40. Hal ini dapat menyingkirkan variasi individu sehingga hasil penelitian yang didapatkan lebih nyata dan mengurangi subjek yang diperlukan.

3.4 Variabel Penelitian

3.4.1. Variabel Bebas

Variabel bebas penelitian ini adalah pemberian natrium bikarbonat pada sukarelawan sebesar 300mg/kgBB.

3.4.2 Variabel Terikat

Variabel Terikat penelitian ini adalah :

- a. Kelelahan otot yang dicapai oleh sukarelawan.
- b. Intensitas nyeri otot sukarelawan sesaat setelah *treadmill*.
- c. Intensitas nyeri tunda sukarelawan pada 24 jam, 48 jam, dan 72 jam setelah *treadmill*.

3.4.3 Variabel Terkendali

- a. Waktu pemberian asupan kalori sebelum *treadmill*
- b. Konsumsi obat-obatan, suplemen, dan stimulan lain
- c. Teknik *treadmill*
- d. Aktivitas latihan fisik diluar penelitian

3.5 Definisi Operasional

- a. Natrium bikarbonat

Natrium bikarbonat yang digunakan yaitu NaHCO_3 murni berbentuk bubuk dengan dosis 300mg/kgBB dan dilarutkan ke dalam 4 mL/kgBB air dan 1 mL/kgBB sirup jeruk bebas gula (Higgins, 2013).

- b. Plasebo

Plasebo yang digunakan yaitu natrium klorida (NaCl) murni berbentuk bubuk dengan dosis 100mg/kgBB dan dilarutkan ke dalam 4 mL/kgBB air dan 1 mL/kgBB sirup jeruk bebas gula (Higgins, 2013).

- c. Kelelahan Otot

Kelelahan otot pada penelitian yaitu kelelahan maksimal yang dicapai apabila sukarelawan tidak dapat melanjutkan protokol *treadmill* seperti yang dilakukan oleh Green *et al.*, (2014) pada Tabel 3.1. Protokol ini mengkombinasikan kecepatan dan kemiringan alat *treadmill* yang ditingkatkan setiap 3 menit. Pengukuran dilakukan dengan menghitung lama *treadmill* sukarelawan hingga mencapai kelelahan otot maksimal.

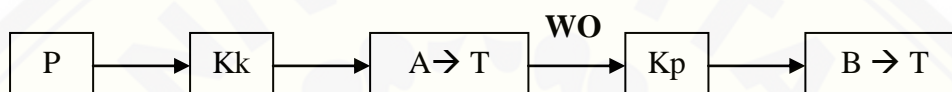
Tabel 3.1 Protokol *Treadmill*

Waktu (menit)	Kecepatan (mili/jam)	Kemiringan (%)
0	4,8	0
3	5,6	2
6	7,2	3
9	8,8	5
12	11,3	8
15	12,8	10
18	12,8	12

d. Intensitas Nyeri Otot

Intensitas nyeri otot diukur dengan *Visual Analog Scale* (VAS) dari Cook (1997) dengan panjang 100 mm. Terdapat 2 tanda verbal yaitu di ujung kiri “tidak nyeri” dan di ujung kanan “nyeri hebat”. Intensitas nyeri diukur dengan menghitung jarak tanda yang diberi oleh sukarelawan ke angka 0. Nyeri diukur sesaat setelah *treadmill*, 24 jam, 48 jam, dan 72 jam setelah melakukan *treadmill*.

3.6 Rancangan Penelitian



Gambar 3.1 Skema Rancangan Penelitian

Keterangan :

P : populasi

K_k : kelompok kontrol

K_p : kelompok perlakuan

A : pemberian plasebo

B : pemberian natrium bikarbonat

T : protokol pengukuran kelelahan dan intensitas nyeri otot

WO : waktu *washing out* selama 7 hari

3.7 Alat dan Bahan Penelitian

Bahan untuk kelompok perlakuan terdiri dari bubuk natrium bikarbonat yang dilarutkan ke dalam sirup jeruk bebas gula. Bahan untuk kelompok kontrol terdiri dari natrium klorida yang dilarutkan ke dalam sirup jeruk bebas gula. Bahan tambahan berupa minuman penambah elektrolit untuk sukarelawan yang mengalami dehidrasi. Alat-alat yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain alat *treadmill*, stopwatch, stetoskop, sfigmomanometer, alat tulis untuk mencatat hasil pengukuran, gelas, alat P3K dan genset untuk berjaga-jaga apabila listrik padam.

3.8 Prosedur Penelitian

3.8.1 Uji Kelayakan Etik

Pada penelitian ini subjek 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 berjenis kelamin laki-laki. Seluruh sukarelawan masuk ke dalam kelompok kontrol (mengkonsumsi natrium klorida). Setelah periode *washing out* selama 7 hari, seluruh sukarelawan berperan sebagai kelompok perlakuan (mengkonsumsi natrium bikarbonat).

3.8.3 Perlakuan terhadap Sukarelawan

a. Persiapan sukarelawan

Seminggu sebelum dilakukan tes, sukarelawan tidak diperbolehkan melakukan latihan fisik yang kuat atau mengonsumsi minuman beralkohol atau stimulan lainnya. Selain itu, sukarelawan diminta untuk mengonsumsi makanan yang kaya karbohidrat setidaknya 3 jam sebelum tes dilakukan untuk mengurangi resiko adanya keluhan pencernaan.

b. Pemberian minuman yang mengandung natrium bikarbonat dan plasebo

Sukarelawan yang masuk ke dalam kelompok kontrol meminum larutan jeruk yang mengandung natrium klorida sedangkan sukarelawan yang masuk ke dalam kelompok perlakuan meminum larutan yang mengandung natrium bikarbonat. Perlakuan ini dilakukan 60 menit sebelum memulai protokol *treadmill* dengan didampingi oleh dokter.

c. Pelaksanaan protokol latihan

Protokol latihan yang harus dilakukan oleh sukarelawan dijelaskan pada sub bab definisi operasional.

d. Pemeriksaan kelelahan otot dan intensitas nyeri otot

Ketika sukarelawan sudah mengalami kelelahan, hitung waktu yang dicapai oleh sukarelawan. Di akhir dari sesi tes, sukarelawan mengisi kuesioner intensitas nyeri otot yang telah disediakan.

3.9 Analisis Data

Hasil penelitian ini dianalisis dengan menggunakan uji statistik 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 nilai $p < 0,05$ dengan derajat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Pengolahan data menggunakan bantuan perangkat lunak SPSS 21.0.

3.10 Alur Penelitian



Gambar 3.2. Alur Penelitian

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini antara lain

1. Pemberian natrium bikarbonat memiliki efek terhadap berkurangnya kelelahan dan nyeri otot setelah melakukan *treadmill*.
2. Terdapat perbedaan yang signifikan antara lama *treadmill* kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan setelah pemberian natrium bikarbonat.
3. Terdapat perbedaan yang signifikan antara intensitas nyeri sesaat kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan setelah pemberian natrium bikarbonat.
4. Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara intensitas nyeri tunda kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan setelah pemberian natrium bikarbonat.

5.2 Saran

Saran yang dapat penulis berikan berdasarkan penelitian ini antara lain

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui patofisiologi natrium bikarbonat menjadikan sukarelawan melakukan *treadmill* lebih lama.
2. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui patofisiologi natrium bikarbonat menjadikan sukarelawan merasakan intensitas nyeri lebih rendah.
3. Diperlukan penelitian lebih lanjut dengan pengukuran lain seperti pengukuran kadar asam laktat yang dapat menggambarkan kelelahan otot dan intensitas nyeri secara laboratoris.

DAFTAR PUSTAKA

- Adroque, H.E dan H.J. Adroque. 2001. Acid-Base Physiology. *Respiratory Care*. 46: 328-341.
- American Heart Association (AHA). 2016. *Understanding and Managing High Blood Pressure*.
- Arciero, P.J, V.J. Miller, E. Ward. 2015. Performance Enhancing Diets and the PRISE Protocol to Optimize Athletic Performance. *Journal of Nutrition and Metabolism*.
- Basset, D.R. dan E.T. Howley. 2000. Limiting Factor for Maximum Oxygen Uptake and Determinants of Endurance Performance. *Med. Sci. Sports Exercise*. 32: 70-84.
- Bompa, O. T. 2009. *Theory and Methodology of Training*. Toronto: Mosaic Press.
- Brooks, G.A., G.A. Gaeser. 1992. End Points Exercise Physiology Human Bioenergetic and Its Application. *Medicine and science in Sports and Exercise*.
- Brown, S.P., W.C. Miller, J.I. Eason. 2006. *Exercise Physiology : Basis of Human Movement in Health and Disease*. USA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Burke, L.M. dan D.B. Pyne. 2007. Bicarbonate Loading to Enhance Training and Competitive Performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2: 93-97.
- Carr, A.J., G.J. Slater, C.J. Gore, B. Dawson, L.M. Burke. 2012. Reliability and Effect of Sodium Bicarbonate: Buffering and 2000m Rowing Performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 7(2), 152-160.
- Cheung, K., P.A. Hume, L. Maxwell. 2003. Delayed Onset of Muscle Soreness : Treatment Strategies and Performance Factors. *School of Community Health and Sports Studies, Auckland University of Technology, Auckland, New Zealand*.
- Cook D.B., P.J. O'Connor, S.A. Eubanks, J.C.Smith, M. Lee. 1997. Naturally Occuring Muscle Pain During Exercise: Assesment and Experimental Evidence. *Medicine and science in Sports and Exercise*.29(8): 999-1012.

- Duvillard, Von S.P. dan R.D. Hagan. 1994 Independence of Ventilation and Blood Lactate Responses During Grades Exercise. *Eur J Appl Physiol.* 77(5): 434-438
- Fordtran, J. S., S.G. Morawski, C. A. S. Ana, F.C. Rector Jr. 1984. Gas Production After Reaction of Sodium bicarbonate. *Department of Internal Medicine Baylor University Medical Center, Texas and University of California, California.*
- Giriwijoyo, Sidik. 2010. Ilmu Faal Olahraga: Fungsi Tubuh Manusia pada Olahraga untuk Kesehatan dan Prestasi. Bandung: FPOK UPI.
- Gulick, D. T. dan I. F. Kimura. 1996. Delayed Onset Muscle Soreness: What Is It and How Do We Treat It? *Journal of Sport Rehabilitation.* 5:234-243.
- Green J.M., J.H. Horcsby, R.C. Pritchett, K. Pritchett. 2014. Lactate Threshold Comparison in Anaerobic vs. Aerobic Athletes and Untrained Participants. *International Journal of Exercise Science.* 7(4) : 329-338.
- Handayani, N.B., D. Susilo, A. Chamami, A. Setiawan, S.W. Nugroho. 2015. *Penyajian Data dan Informasi Kepemudaan dan Keolahragaan 2014.* Kementerian Pemuda dan Olahraga Bekerja sama dengan Badan Pusat Statistik.
- Hardjono, J. 2012. Perbedaan Pengaruh Pemberian Latihan Metode De Iorme dengan Latihan Metode Oxford terhadap Peningkatan Otot Quadriceps. *Universitas Esa Unggul.*
- Higgins, M.F. 2013. The Effects of Sodium Bicarbonate (NaHCO₃) on Whole Body and Isolated Skeletal Muscle Performance. *Tesis.* Coventry University.
- Ishii, H. dan Y. Nishida. 2014. Effect of Lactate Accumulation during Exercise-induced Muscle Fatigue on the Sensorimotor Cortex.
- Jansen, P. 1989. Training Lactate Pulse Rate. Oule Finland: Polar Electro.
- Lelkin, J.B. dan F.P. Paluocek. 2007. *Poisoning and Toxicology Handbook.* Edisi 4. CRC Press.
- Matson, L.G. dan Z.V. Tran. 1993. Effect of Sodium Bicarbonate on Anaerobic Performance: A Meta-Analytic Review. *International Journal of Sports Nutrition.* 3: 2-28.
- McNamara, J. dan L.I.G. Worthley. 2001. Acid-Base Balance: Part I Physiology. *Critical Care and Resuscitation.* 3: 181-187.

- McNaughton, L.R. 1992. Bicarbonate Ingestion: Effects of Dosage on 60s Cycle Ergometry. *Journal of Sports Sciences* 10(5), 415-423.
- Meceir, J., B. Mercier, C. Prefaut. 1991. Blood Lactate During The Force Velocity Exercise Test. *International J-Sport Med.* 12(1): 17-20
- Mihardja, L. 2004. Sistem Energi dan Zat Gizi yang Diperlukan pada Olahraga Aerobik dan Anaerobik. *Majalah Gizi Medik Indonesia*. Jakarta: Fakultas Kedokteran, Universitas Indonesia.
- Nimmerichter, A., M. Steindl, C.A. Williams. 2015. Reliability of the Single-Visit Field Test of Critical Speed in Trained and Untrained Adolescents. *MDPI Sports Journal*.
- Parwata, I Made Yoga. 2015. Kelelahan dan *Recovery* dalam Olahraga. *Jurnal Pendidikan Kesehatan Rekreasi*. 1: 2-13.
- Pennington, C. dan M.S. Kinesiology. 2015. The Exercise Effect on Anaerobic Threshold in Response to Graded Exercise. *International Journal of Health Sciences*. 3: 225-234.
- Poupin N., J. Calvez, C. Lassale, C. Chesneau, D. Tome. 2012. Impact of The Diet on Net Endogeneous Acid Production and Acid-Base Balance. *Clinical Nutrition*. 31; 313-231.
- PubChem National Center for Biotechnology Information (PubChem NCBI). 2016. Sodium Bicarbonate. https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/sodium_bicarbonate#section=Top [Diakses pada 20 September 2016].
- Purnomo, Mochammad. 2011. Asam Laktat dan Aktivitas SOD Eritrosit pada Fase Pemulihan Setelah Latihan Submaksimal. *Jurnal Media Ilmu Keolahragaan Indonesia*. 1(2).
- Rowe, R.C., P.J. Sheskey, S.C. Owen. 2006. *Handbook of Pharmaceutical Excipients*. London: Pharmaceutical Press.
- Shaji J.K., C. Sivaram, W. Naqvi, M. Natho. 2015. The Relationship Between Time of Onset and Duration of Delayed Onset of Muscle Soreness with the Intensity of Exercises Performed. *Journal of Orthopaedic and Rehabilitation*.
- Skinner, J.S. dan T.H. Mclellan. 1980. The Transition from Aerobic to Anaerobic Metabolism. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 51(1): 234-248.

- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Bandung: CV. Alfabeta.
- Sukadiyanto. 2005. *Pengantar Teori dan Metodologi Melatih Fisik*. Yogyakarta: Pendidikan Kepelatihan Olahraga Fakultas Keolahragaan Universitas Negeri Yogyakarta. 30
- Sukmaningtyas, Hermina dan D. Pudjonarko. 2002. Pengaruh Latihan Aerobik dan Anaerobik terhadap Sistem Kardiovaskulaer dan Kecepatan Reaksi. *Laporan Penelitian*. Semarang: Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro.
- Vallerand, A. H. dan C.A. Sanoski. 2015. *Davis's Drug Guide for Nurses*. 14th ed. F. A. Davis Co.
- Widiyanto, A. Hariono, D. Tirtawirya. 2014. Karakteristik *Lactate Threshold* pada Atlet Taekwondo Daerah Istimewa Yogyakarta selama Kompetisi. *Jurnal Penelitian Humaniora FIK Universitas Negeri Yogyakarta*. 19: 190-198.
- Williams dan V.S.P. Duvillard. 1993. Reability of Peak Lactate, Heart Rate and Plasma Volume Following The Wingate Test. *Med Sci Sport exercise*. 30(9): 1456-1460
- Yajnik, C.S. dan J.S. Yudkin. 2004. Appropriate Body-Mass Index for Asian Populations and Its Implication for Policy and Intervention Strategies. *Public Health The Lancet*. 363: 157-163.
- Zareyan, P. dan S. Saedmocheshi. 2015. Effect of sodium bicarbonate supplementation before exhaustive activity on physiological parameters of fatigue in conscripts: A study in Sanandaj, Iran. *Annals of Military & Health Sciences Research*.13(2).

Lampiran

Lampiran 3.1 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 : 1.095 /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 PEMBERIAN NATRIUM BIKARBONAT TERHADAP KELELAHAN OTOT DAN DELAYED ONSET MUSCLE SORENESS SETELAH MELAKUKAN TREADMILL

Nama Peneliti Utama : Fath Arina Fahma (NIM.132010101064)
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.

Jember, 23 Des 2016
Ketua Komisi Etik Penelitian


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 :

- o Subyek penelitian menandatangani informed consent
- o Subyek penelitian dengan kriteria dewasa muda sehat (dibuktikan dengan vital sign stabil)
- o Pada kegiatan penelitian ini mohon diperhatikan aspek confidentiality bagi subyek penelitian dan dilakukan oleh seseorang yang kompeten

Jember, 23 Desember 2016



(dr. Rini Riyanti, Sp.PK)



Lampiran 3.2 Lembar *Informed Consent***Formulir Persetujuan
(INFORMED CONSENT)**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

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

Menyatakan bersedia untuk menjadi subjek penelitian dari

Nama : Fath Arina Fahma
 Angkatan/NIM : 2013/132010101064
 Fakultas : Fakultas Kedokteran Universitas Jember

Dengan judul penelitian “PENGARUH PEMBERIAN NATRIUM BIKARNAT TERHADAP KELELAHAN OTOT DAN *DELAYED ONSET MUSCLE SORENESS* SETELAH 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 Fath Arina Fahma.

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

Jember,

Saksi

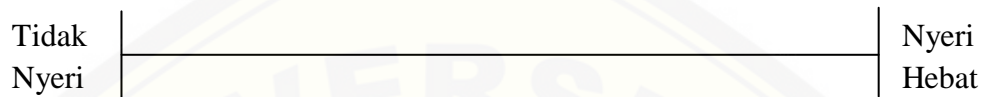
Subjek

()

()

Lampiran 3.3 Visual Analog Scale (VAS)

Beri tanda titik pada garis sesuai intensitas nyeri yang anda rasakan sekarang, pada ujung kiri artinya tidak nyeri, pada ujung kanan artinya nyeri yang paling berat.

**Lampiran 3.4. Lembar Pencatatan Individu**

Kode			
Nama			
Usia			
BMI			
TTV sebelum perlakuan			
Tekanan Darah			
Denyut Nadi			
Laju Pernapasan			
PERIODE SETELAH PERLAKUAN PERTAMA			
Tanggal:		Pukul:	
Tekanan Darah		Waktu	
Denyut Nadi		Kecepatan	
Laju Pernapasan		Kemiringan	
Skala nyeri			
Tanggal:		Pukul:	

Skala nyeri 24 jam :			
Tanggal:		Pukul:	
Skala nyeri 48 jam :			
Tanggal:		Pukul:	
Skala nyeri 72 jam :			
PERIODE SETELAH PERLAKUAN KEDUA (<i>CROSS OVER</i>)			
Tanggal:		Pukul:	
Tekanan Darah		Waktu	
Denyut Nadi		Kecepatan	
Laju Pernapasan		Kemiringan	
Skala nyeri		Tingkat	
Tanggal:		Pukul:	
Skala nyeri 24 jam :			
Tanggal:		Pukul:	
Skala nyeri 48 jam :			
Tanggal:		Pukul:	
Skala nyeri 72 jam :			
<i>Abdominal Discomfort</i>			
Waktu Pengecekan	Perlakuan Pertama		Perlakuan Kedua
<i>30' post-ingestion</i>			
<i>Pre-exercise</i>			
<i>Post-exercise</i>			
Keterangan			

Lampiran 3.5 Data Lama *Treadmill* Sukarelawan

No.	Sukarelawan	Lama <i>Treadmill</i>	
		Kelompok Kontrol	Kelompok Perlakuan
1	Sukarelawan 1	731 detik	754 detik
2	Sukarelawan 2	912 detik	1020 detik
3	Sukarelawan 3	636 detik	720 detik
4	Sukarelawan 4	750 detik	750 detik
5	Sukarelawan 5	751 detik	735 detik
6	Sukarelawan 6	602 detik	600 detik
7	Sukarelawan 7	598 detik	692 detik
8	Sukarelawan 8	675 detik	780 detik
9	Sukarelawan 9	792 detik	789 detik
10	Sukarelawan 10	780 detik	790 detik
11	Sukarelawan 11	600 detik	660 detik
12	Sukarelawan 12	721 detik	792 detik
13	Sukarelawan 13	600 detik	560 detik
14	Sukarelawan 14	750 detik	820 detik
15	Sukarelawan 15	801 detik	780 detik
16	Sukarelawan 16	720 detik	970 detik
17	Sukarelawan 17	736 detik	928 detik
18	Sukarelawan 18	782 detik	848 detik
19	Sukarelawan 19	570 detik	634 detik
20	Sukarelawan 20	847 detik	940 detik

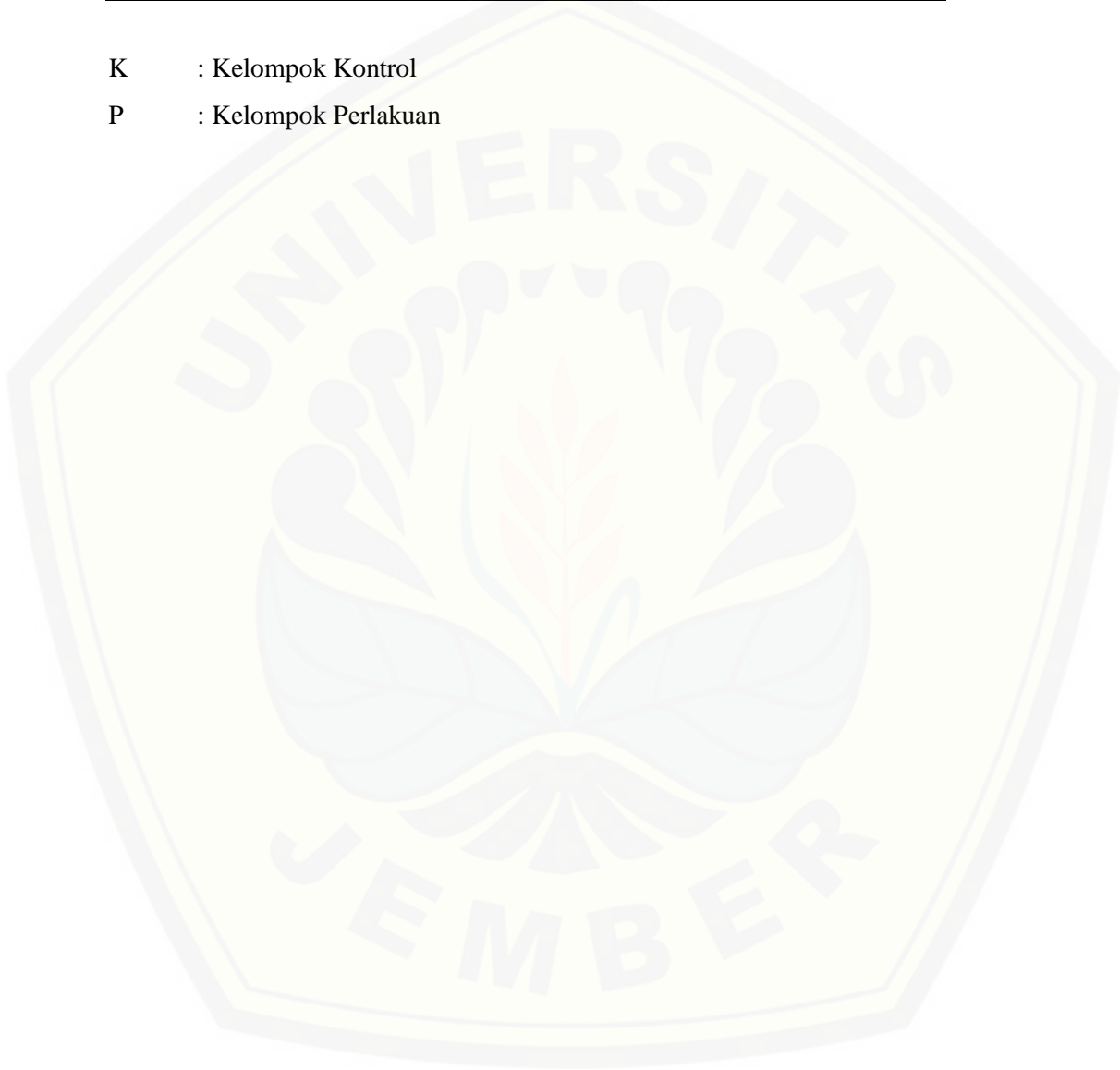
Lampiran 3.6 Data Intensitas Nyeri Sukarelawan

No	Sukarelawan	Kelompok	Intensitas Nyeri (VAS)			
			Sesaat	24 Jam	48 Jam	72 Jam
1	Sukarelawan 1	K1	71	-	-	-
		P1	30	-	-	-
2	Sukarelawan 2	K2	66	-	-	-
		P2	50	-	-	-
3	Sukarelawan 3	K3	42	-	-	-
		P3	68	-	-	-
4	Sukarelawan 4	K4	50	-	-	-
		P4	50	-	-	-
5	Sukarelawan 5	K5	13	-	-	-
		P5	13	-	-	-
6	Sukarelawan 6	K6	78	-	-	-
		P6	78	-	-	-
7	Sukarelawan 7	K7	79	-	-	-
		P7	64	10	-	-
8	Sukarelawan 8	K8	41	10	-	-
		P8	25	-	-	-
9	Sukarelawan 9	K9	80	30	-	-
		P9	60	25	-	-
10	Sukarelawan 10	K10	80	-	-	-
		P10	70	-	-	-
11	Sukarelawan 11	K11	50	-	-	-
		P11	30	-	-	-
12	Sukarelawan 12	K12	46	-	-	-
		P12	70	-	-	-
13	Sukarelawan 13	K13	74	1	-	-
		P13	83	-	-	-
14	Sukarelawan 14	K14	57	-	-	-
		P14	24	-	-	-
15	Sukarelawan 15	K15	56	-	-	-
		P15	30	-	-	-
16	Sukarelawan 16	K16	35	-	-	-
		P16	35	-	-	-
17	Sukarelawan 17	K17	57	27	-	-
		P17	11	-	-	-

18	Sukarelawan 18	K18	26	-	-	-
		P18	35	-	-	-
19	Sukarelawan 19	K19	31	-	-	-
		P19	18	-	-	-
20	Sukarelawan 20	K20	75	60	-	-
		P20	50	20	-	-

K : Kelompok Kontrol

P : Kelompok Perlakuan



Lampiran 3.7 Foto Penelitian

Gambar 1. Bahan-bahan penelitian



(a) natrium bikarbonat dan natrium klorida



(b) sirup jeruk bebas gula



(c) larutan jeruk yang mengandung natrium bikarbonat dan natrium klorida

Gambar 2. Prosedur Penelitian



(a) sukarelawan mengonsumsi minuman yang telah disediakan



(b) sukarelawan melakukan protokol *treadmill*



(c) pengukuran denyut nadi sukarelawan



(d) pengukuran tekanan darah sukarelawan

Lampiran 4.1 Uji Normalitas Lama Treadmill Kelompok Kontrol dan Perlakuan

Tabel 1. Uji Normalitas Kelompok Kontrol

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
lama plasebo	,160	20	,194	,945	20	,296

a. Lilliefors Significance Correction

Tabel 2. Uji Normalitas Kelompok Perlakuan

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
lama perlakuan	,154	20	,200*	,971	20	,777

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

a. Lilliefors Significance Correction

Lampiran 4.2 T-paired Test Lama Treadmill

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Paired 1 durasi plasebo - durasi perlakuan	-60,400	72,024	16,105	-94,108	-26,692	-3,750	19	,001

Lampiran 4.3 Uji Normalitas Intensitas Nyeri Sesaat Setelah *Treadmill* Kelompok Kontrol dan Perlakuan

Tabel 1. Uji Normalitas Kelompok Kontrol

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
nyeri plasebo sesaat	,133	20	,200*	,938	20	,222

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

a. Lilliefors Significance Correction

Tabel 2. Uji Normalitas Kelompok Perlakuan

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
nyeri perlakuan langsung	,167	20	,146	,940	20	,241

a. Lilliefors Significance Correction

Lampiran 4.4 T-paired Test Intensitas Nyeri Sesaat Setelah *Treadmill*

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
nyeri perlakuan langsung	,167	20	,146	,940	20	,241

a. Lilliefors Significance Correction

Lampiran 4.5 Uji Normalitas Intensitas Nyeri 24 Jam Setelah *Treadmill* Kelompok Kontrol dan Perlakuan

Tabel 1. Uji Normalitas Kelompok Kontrol

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
transpla	,223	4	.	,940	4	,655

a. Lilliefors Significance Correction

Tabel 2. Uji Normalitas Kelompok Perlakuan

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
transper	,263	4	.	,905	4	,455

a. Lilliefors Significance Correction

Lampiran 4.6 T-paired Test Intensitas Nyeri 24 Jam Setelah *Treadmill*

Paired Samples Test								
	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 transpla - transper	,2385	,33738	,23856	-2,79264	3,26976	1,000	1	,500