



UNIVERSITAS INDONESIA

PENGARUH PEMBERIAN MINUMAN ELEKTROLIT
BERKARBOHIDRAT TERHADAP KADAR UREUM
DARAH, KREATIN KINASE DARAH, DAN
PERFORMA PADA ATLET DAYUNG
NASIONAL LAKI-LAKI
TAHUN 2015

TESIS

FITRIA
1206300826

FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
PROGRAM STUDI MAGISTER KESEHATAN MASYARAKAT
PEMINATAN GIZI KESEHATAN MASYARAKAT
DEPOK
JULI 2015



UNIVERSITAS INDONESIA

PENGARUH PEMBERIAN MINUMAN ELEKTROLIT
BERKARBOHIDRAT TERHADAP KADAR UREUM
DARAH, KREATIN KINASE DARAH, DAN
PERFORMA PADA ATLET DAYUNG
NASIONAL LAKI-LAKI
TAHUN 2015

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Kesehatan Masyarakat

FITRIA
1206300826

FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
PROGRAM STUDI MAGISTER KESEHATAN MASYARAKAT
PEMINATAN GIZI KESEHATAN MASYARAKAT
DEPOK
JULI 2015

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya sendiri
dan semua yang dikutip maupun yang dirujuk
telah menyatakan dengan benar

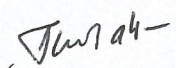
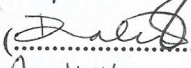
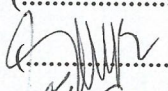
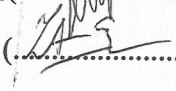
Nama : Fitria
NPM : 1206300826
Tanda Tangan : 
Tanggal : 30 Juni 2015

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :
Nama : Fitria
NPM : 1206300826
Program Studi : Gizi Kesehatan Masyarakat
Judul Tesis : Pengaruh Pemberian Minuman Elektrolit
Berkarbohidrat terhadap Kadar Ureum Darah,
Kreatin Kinase Darah, dan Performa pada Atlet
Dayung Nasional Laki-laki Tahun 2015

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Kesehatan Masyarakat pada Program Studi Magister Peminatan Gizi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing	: Ir. Siti Arifah Pujonarti, MPH	()
Penguji	: dr. H. Engkus Kusdinar Achmad, MPH	()
Penguji	: Dr. Ir. Diah M. Utari, M.Kes	()
Penguji	: dr. Eny Riangwati Tanzil, Sp.KO	()
Penguji	: Dr. dr. Zaenal Abidin, DSM, Internist, Sp.GK	()

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 2 Juli 2015

SURAT PERNYATAAN

Saya, yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Fitria
NPM : 1206300826
Mahasiswa Program : Magister Kesehatan Masyarakat
Tahun Akademik : 2014/2015

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan tesis saya yang berjudul:

**PENGARUH PEMBERIAN MINUMAN ELEKTROLIT
BERKARBOHIDRAT TERHADAP KADAR UREUM
DARAH, KREATIN KINASE DARAH, DAN
PERFORMA PADA ATLET DAYUNG
NASIONAL LAKI-LAKI
TAHUN 2015**

Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan plagiat maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 30 Juni 2015



Fitria

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Fitria

Tempat dan Tanggal Lahir : Jakarta, 2 Juni 1988

Jenis Kelamin : Perempuan

Agama : Islam

Alamat : Jl. Delima Ujung 2 RT 06 RW 12, Kelurahan Tanah Baru,
Kecamatan Beji, Depok, Jawa Barat

Email : fitria.gizi@gmail.com

Daftar Riwayat Pendidikan :

- | | |
|--------------------------------------|-----------------|
| 1. MI Raudhatul Muta'allimin Jakarta | Tahun 1994-2000 |
| 2. MTs Al-Khairiyah Jakarta | Tahun 2000-2002 |
| 3. SMUN 55 Jakarta | Tahun 2002-2006 |
| 4. Sarjana Gizi Kesmas FKM UI Depok | Tahun 2006-2010 |
| 5. Magister Gizi Kesmas FKM UI Depok | Tahun 2013-2015 |

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis sampaikan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, tesis ini dapat diselesaikan dengan baik. Tesis ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Kesehatan Masyarakat (MKM) di Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia. Tesis ini dapat diselesaikan dengan baik, tepat pada waktunya karena bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. dr. Kusharisupeni Djokosujono, M.Sc selaku Ketua Departemen Gizi Kesehatan Masyarakat FKM UI yang senantiasa memberi semangat dan perhatian selama masa perkuliahan agar penulis dapat lulus tepat pada waktunya.
2. Ir. Siti Arifah Pujonarti, MPH selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing penulis baik selama masa kuliah maupun selama proses penyusunan tesis ini.
3. dr. H. Engkus Kusdinar Achmad, MPH selaku dosen penguji yang telah memberikan banyak masukan dan bimbingan sejak proses penyusunan proposal hingga penyelesaian tesis ini.
4. Dr. Ir. Diah M. Utari, M.Kes yang telah bersedia menjadi penguji tesis dan memberikan banyak masukan dan kritik membangun untuk perbaikan tesis ini.
5. dr. Eny Riangwati Tanzil, Sp.KO selaku Kasubdit Bina Kesehatan Perkotaan dan Olahraga dan Koordinator bidang hubungan dan pengabdian masyarakat Perhimpunan Dokter Spesialis Kedokteran Olahraga (PDSKO) yang telah bersedia menjadi penguji tesis dan memberikan banyak masukan dan kritik membangun untuk perbaikan tesis ini.
6. Dr. dr. H. Zainal Abidin, DSM, Internist, Sp.GK selaku Ketua Bidang *Sport Science* dan IPTEK Komite Olahraga Nasional Indonesia (KONI)

Pusat atas kesediaannya menjadi penguji tesis, membimbing dan menjembatani penulis dengan manajemen Pengurus Besar Persatuan Olahraga Dayung Seluruh Indonesia (PB PODSI) dan pelatih sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik dan lancar.

7. Dr. Besral, SKM, M.Sc yang bersedia menyediakan waktunya untuk membimbing dan berkonsultasi biostatistik penelitian tesis ini.
8. SATLAK PRIMA KONI PUSAT dan PB PODSI yang telah memberikan bantuan dana untuk pelaksanaan tes laboratorium kadar ureum dan kreatin kinase darah.
9. Pak Yadi selaku pelatih *canoeing*, Pak Hadris dan Pak Jamal selaku pelatih *rowing* yang telah menyediakan akomodasi dan membantu penulis selama pengambilan data di lapangan.
10. Seluruh atlet *rowing* putra yang telah bersedia menjadi responden pada penelitian ini disela-sela persiapan menghadapi *SEA GAMES* 2015. Seluruh atlet *rowing* putri yang telah bersedia menjadi teman dan membantu penulis di lapangan.
11. Seluruh Staf Pendidik Departemen Gizi Kesmas, Ibu Ayu, Ibu Endang, Ibu Trini, Ibu Fatmah, Ibu Asih, Ibu Yvonne, Ibu Yanti, Ibu Fika, Pak Syafiq, dan Ka Wahyu yang telah memberikan semangat dan masukan selama proses perkuliahan.
12. Staf Kependidikan Departemen Gizi Kesmas, Mbak Ambar, Mbak Umi, Dwi, dan Pak Rudi yang telah banyak membantu penulis selama perkuliahan dan menjadi teman berbagi baik sebagai rekan kerja maupun sebagai mahasiswa.
13. Rekan-rekan asdos Mbak Dara, Mbak Puput, Widya, Noby, Riri, Priska yang senantiasa memberikan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan tepat pada waktunya.
14. Rekan-rekan seperjuangan Magister IKM FKM UI Peminatan Gizi Kesmas angkatan 2013: Mustakim, Pak Onel, Ibu Ida, Ibu Dedah, Ibu Nikmah, Ibu Martin, Mbak Rian, Mbak Vani, Mbak Afni, Mbak Ayie, Mbak Ririn, Mbak Dina, Mbak Ratih, Mbak Ari, Ires, Hanun, Shinta, Eca, Lya, Windy, dan Yuni.

15. Anna Fitriani, rekan seperjuangan tesis, rekan kerja dan sahabat yang selalu membantu sejak awal perkuliahan hingga sidang tesis.
16. Suami tersayang, Hadi Zulkarnain yang selalu mendoakan, memberi perhatian, pengertian, dukungan, dan semangat kepada penulis untuk terus menuntut ilmu dan menyelesaikan tesis ini.
17. Mendiang orang tuaku yang selalu memberikan kasih sayang dan mendoakan putrinya agar menjadi anak yang berhasil baik di dunia maupun di akhirat.
18. Mertuaku yang selalu mendukung dan mendoakan menantunya agar dapat menyelesaikan kuliah tepat pada waktunya.
19. Kakak-kakak dan adik tersayang atas doa dan dukungannya.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan pada tesis ini. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan. Semoga tesis ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan para pembaca pada umumnya.

Depok, 30 Juni 2015

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fitria
NPM : 1206300826
Program Studi : Magister Kesehatan Masyarakat
Departemen : Gizi Kesehatan Masyarakat
Fakultas : Kesehatan Masyarakat
Jenis Karya : Tesis

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**Pengaruh Pemberian Minuman Elektrolit Berkarbohidrat terhadap Kadar
Ureum Darah, Kreatin Kinase Darah, dan Performa pada Atlet
Dayung Nasional Laki-laki Tahun 2015**

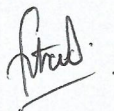
beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pengkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 30 Juni 2015

Yang menyatakan



(Fitria)

ABSTRAK

Nama : Fitria
Program Studi : Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat
Judul : Pengaruh Pemberian Minuman Elektrolit Berkarbohidrat
Terhadap Kadar Ureum Darah, Kreatin Kinase Darah, dan
Performa Pada Atlet Dayung Nasional Laki-laki Tahun 2015

Latihan panjang akan menguras glikogen otot dan merusak jaringan otot. Peningkatan kadar ureum dan kreatin kinase darah dapat menyebabkan penurunan performa pada latihan atau pertandingan berikutnya. Tesis ini membahas pengaruh pemberian minuman elektrolit berkarbohidrat terhadap kadar ureum darah, kreatin kinase darah, dan performa. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental murni, bersifat *single blind* dengan rancangan silang pada 10 atlet dayung *rowing* nasional laki-laki di Pelatnas Dayung Pengalengan tahun 2015. Minuman yang diberikan adalah minuman elektrolit dengan jumlah karbohidrat sebanyak 1 gr/kgBB pada kelompok perlakuan dan 0,35 gr/kgBB pada kelompok kontrol. Minuman tersebut diberikan segera setelah latihan dan dua jam berikutnya. Pengambilan sampel darah vena dilakukan untuk mengukur penurunan kadar ureum dan kreatin kinase darah sebelum dan setelah pemberian minuman masing-masing dengan alat COBAS C111 dan Advia 1650/1800. Hasil analisis membuktikan bahwa penurunan kadar ureum dan kreatin kinase darah lebih tinggi pada kelompok perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa minuman elektrolit berkarbohidrat sebanyak 1 gr/kgBB efektif untuk memulihkan kembali simpanan glikogen otot dan menurunkan kerusakan jaringan otot.

Kata kunci: karbohidrat, ureum, kreatin kinase, performa

ABSTRACT

Name : Fitria
Study Program : Magister of Public Health
Title : Effect of Carbohydrate Electrolyte Drinks to Blood Urea Levels, Blood Creatine Kinase Levels, and Performance in National Rowing Male Athletes 2015

Long lasting exercise will deplete muscle glycogen and muscle tissue damage. Increased levels of blood urea and creatine kinase can cause a decrease in performance at the next exercise or competition. This thesis discusses the effect of carbohydrate electrolyte drinks on blood urea levels, blood creatine kinase levels, and performance. This is true experimental study, single blind cross over design in 10 rowing men athletes in the National Training Centre Pengalengan 2015. Beverages provided are electrolyte drinks with the amount of carbohydrates as much as 1 g/kg body weight in the treatment group and 0,35 g/kg body weight in the control group. Beverages given immediately after the workout and the next two hours. Venous blood sample was collected to measure the reduction of blood urea and creatine kinase level before and after drinking beverages using COBAS C111 and Advia 1650/1800 respectively. The result show that the reduction of blood urea and creatine kinase levels is greater in the treatment group. It suggests that beverages contain 1 g/kg body weight carbohydrate is effective to restore muscle glycogen stores and decrease muscle tissue damage.

Keywords : carbohydrates, blood urea, blood creatine kinase

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	v
KATA PENGANTAR	vi
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	ix
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Pertanyaan Penelitian	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.4.1 Tujuan Umum	5
1.4.2 Tujuan Khusus	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Ruang Lingkup Penelitian	6

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pemulihan Setelah Latihan	7
2.1.1 Ureum Darah	7
2.1.2 Kreatin Kinase Darah	8
2.2 Performa Atlet	9
2.2.1 Simpanan Karbohidrat	9
2.2.2 Kebiasaan Merokok	10
2.2.3 Konsumsi Alkohol	11
2.2.4 Durasi Tidur	11
2.3 Sintesis Glikogen Otot	12
2.4 Faktor-faktor yang memengaruhi sintesis glikogen	13
2.4.1 Status Latihan	13
2.4.2 Jumlah Karbohidrat	14
2.4.3 Waktu Pemberian Karbohidrat	15
2.4.4 Jenis Karbohidrat	17
2.4.5 Besarnya Deplesi Glikogen Otot	17
2.4.6 Tipe Serabut Otot	17
2.4.7 Jenis Latihan	18
2.5 Kebutuhan Energi Atlet	19

2.5.1 Perhitungan Kebutuhan Energi Atlet	20
2.6 Metabolisme Energi Saat Latihan	20
2.6.1 Sistem Hidrolisis Phospocreatin (PCr)	21
2.6.2 Metabolisme Anaerob	21
2.6.3 Metabolisme Aerob	22
2.7 Glukoneogenesis	23
2.8 Kebutuhan Zat Gizi Makro	26
2.8.1 Karbohidrat	26
2.8.2 Lemak	26
2.8.3 Protein	27
2.9 Kebutuhan Cairan	27
2.10 Kebutuhan Elektrolit	29
2.11 Kerangka Teori	30

BAB 3 KERANGKA KONSEP, DEFINISI OPERASIONAL, DAN HIPOTESIS

3.1 Kerangka Konsep	31
3.2 Definisi Operasional	32
3.3 Hipotesis Penelitian	34

BAB 4 METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Desain Penelitian	35
4.2 Lokasi dan Waktu Penelitian	36
4.3 Populasi dan Sampel Penelitian	36
4.3.1 Kriteria Inklusi	36
4.3.2 Kriteria Eksklusi	36
4.3.3 Kriteria Drop Out	36
4.3.4 Besar Sampel	37
4.4 Pengumpulan Data	38
4.4.1 Data Primer Tercatat	38
4.4.2 Data Primer Langsung	39
4.4.3 Petugas Pengumpul Data	41
4.4.4 Instrumen Penelitian	41
4.5 Pelaksanaan Penelitian	41
4.5.1 Persiapan	41
4.5.2 Periode Eksperimen 1	42
4.5.3 Periode <i>Wash Out</i>	44
4.5.4 Periode Eksperimen 2	45
4.6 Manajemen Data	47
4.6.1 Pengolahan Data	47
4.6.2 Penyuntingan Data	47
4.6.3 Data Entri	47
4.6.4 Pembersihan Data	47
4.7 Analisis Data	47
4.7.1 Analisis Univariat	47
4.7.2 Analisis Bivariat	48
4.8 Kode Etik Penelitian	48

BAB 5 HASIL PENELITIAN

5.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian	49
5.2 Analisis Univariat	50
5.2.1 Karakteristik Responden	50
5.2.2 Asupan Makanan	50
5.2.3 Perubahan Berat Badan Saat Latihan	51
5.2.4 Kadar Ureum Darah	51
5.2.5 Kadar Kreatin Kinase Darah	52
5.3 Analisis Bivariat	52
5.3.1 Kadar Ureum Darah Sebelum Latihan I dan Sebelum Perlakuan	52
5.3.2 Kadar Kreatin Kinase Darah Sebelum Latihan I dan Sebelum Perlakuan	53
5.3.3 Pengaruh Pemberian Minuman Elektrolit Berkarbohidrat Terhadap Kadar Ureum Darah	54
5.3.4 Pengaruh Pemberian Minuman Elektrolit Berkarbohidrat Terhadap Kadar Kreatin Kinase Darah	55
5.3.5 Pengaruh Pemberian Minuman Elektrolit Berkarbohidrat Terhadap Performa	56

BAB 6 PEMBAHASAN

6.1 Keterbatasan Penelitian	57
6.2 Hasil Penelitian	57
6.2.1 Karakteristik Responden	57
6.2.1 Asupan Makanan	58
6.2.3 Perubahan Berat Badan Setelah Latihan I dan II	58
6.2.4 Kadar Ureum Darah Sebelum Latihan I dan Sebelum Perlakuan	59
6.2.5 Kadar Kreatin Kinase Darah Sebelum Latihan I dan Sebelum Perlakuan	59
6.2.6 Pengaruh Pemberian Minuman Elektrolit Berkarbohidrat Terhadap Kadar Ureum Darah	60
6.2.7 Pengaruh Pemberian Minuman Elektrolit Berkarbohidrat Terhadap Kadar Kreatin Kinase Darah	62
6.2.8 Pengaruh Pemberian Minuman Elektrolit Berkarbohidrat Terhadap Performa	63

BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan	65
7.2 Saran	65

DAFTAR REFERENSI

DAFTAR LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tingkat Sintesis Glikogen Otot Berdasarkan Jumlah Karbohidrat yang diberikan	15
Tabel 2.2	Level Aktivitas Fisik dengan Nilai Aktivitas Fisik	19
Tabel 2.3	Persamaan Prediksi Estimasi Kebutuhan Energi	20
Tabel 2.4	Komposisi Penggunaan Sistem Energi Sesuai Jenis Olahraga	20
Tabel 2.5	Rekomendasi Protein Secara Umum Berdasarkan Aktivitas	27
Tabel 3.1	Definisi Operasional Penelitian	32
Tabel 4.1	Hasil Perhitungan Sampel	37
Tabel 4.2	Instrumen Penelitian	41
Tabel 4.3	Kandungan Minuman Elektrolit Berkarbohidrat yang Diberikan	43
Tabel 5.1	Distribusi Responden Berdasarkan Karakteristik pada Atlet Dayung Rowing Nasional Pria Tahun 2015	50
Tabel 5.2	Rata-rata Asupan Makanan pada Atlet Dayung Rowing Nasional Pria Tahun 2015	51
Tabel 5.3	Rata-rata Berat Badan Sebelum dan Sesudah Latihan I dan II pada Atlet Dayung Rowing Nasional Pria Tahun 2015	51
Tabel 5.4	Distribusi Responden Berdasarkan Kadar Ureum Darah pada Atlet Dayung Rowing Nasional Pria Tahun 2015	52
Tabel 5.5	Distribusi Responden Berdasarkan Kadar Kreatin Kinase Darah pada Atlet Dayung Rowing Nasional Pria Tahun 2015	52
Tabel 5.6	Kadar Ureum Darah Sebelum dan Setelah Latihan I pada Atlet Dayung Rowing Nasional Pria Tahun 2015	53
Tabel 5.7	Kadar Kreatin Kinase Darah Sebelum dan Setelah Latihan I pada Atlet Dayung Rowing Nasional Pria Tahun 2015	54
Tabel 5.8	Pengaruh Pemberian Minuman Elektrolit Berkarbohidrat Terhadap Kadar Ureum Darah pada Atlet Dayung Rowing Nasional Pria Tahun 2015	55
Tabel 5.9	Perbedaan Pengaruh Pemberian Minuman Elektrolit Berkarbohidrat Terhadap Kadar Ureum Darah pada Atlet Dayung Rowing Nasional Pria Tahun 2015	55
Tabel 5.10	Pengaruh Pemberian Minuman Elektrolit Berkarbohidrat Terhadap Kadar Kreatin Kinase Darah pada Atlet Dayung Rowing Nasional Pria Tahun 2015	56
Tabel 5.11	Pengaruh Pemberian Minuman Elektrolit Berkarbohidrat Terhadap Performa pada Atlet Dayung Rowing Nasional Pria Tahun 2015	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hubungan Cadangan Glikogen Otot dengan Kadar Ureum.....	10
Gambar 2.2 Sintesis dan pemecahan glikogen	13
Gambar 2.3 Metabolisme Anaerob dan Aerob	23
Gambar 2.4 Glukoneogenesis	24
Gambar 2.5 Siklus Alanin-Glukosa	25
Gambar 2.6 Sintesis Urea	25
Gambar 2.7 Kerangka Teori	30
Gambar 3.1 Kerangka Konsep Penelitian	31
Gambar 4.1 Alur Penelitian	35
Gambar 4.2 Tahapan Pengambilan Sampel	38
Gambar 4.3 Skema Penelitian	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	<i>Inform Consent</i>
Lampiran 2	Kuesioner
Lampiran 3	Prosedur Pengambilan Darah Ureum
Lampiran 4	Prosedur Pengambilan Darah Kreatin Kinase
Lampiran 5	Surat Keterangan Lolos Kaji Etik
Lampiran 6	Beberapa Hasil Penelitian Karbohidrat

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Olahraga dayung termasuk olahraga *endurance* yaitu olahraga yang mengandalkan daya tahan karena dilakukan dalam waktu yang lama. Sistem metabolisme yang paling banyak digunakan pada olahraga dayung yaitu metabolisme aerobik. Dengan demikian, olahraga dayung sangat mengandalkan glikogen sebagai substrat utama penghasil energi. Seperti diketahui sebelumnya bahwa glikogen otot merupakan sumber bahan bakar utama untuk latihan panjang dengan intensitas sedang sampai tinggi (Romijn, *et al.*, 1993) baik yang bersifat aerobik ataupun anaerobik (Ivy, 2004). Latihan panjang (>60-90 menit) dengan intensitas sedang hingga tinggi dapat menurunkan cadangan energi karbohidrat tubuh (Khanna & Manna, 2005) dan menyebabkan deplesi glikogen otot dan hati (Kerksick, *et al.*, 2008) yang dapat dilihat dari peningkatan kadar ureum darah (Winaktu, 1998). Peningkatan ureum darah dapat menurunkan kapasitas kerja sekitar 50% dari kapasitas kerja maksimal yang normal (Brouns, 2002) dan berdampak negatif terhadap sistem kekebalan tubuh (Gleeson, *et al.*, 2004). Selain itu, peningkatan ureum juga dapat menyebabkan kelelahan perifer dan mengganggu performa (Skillen, *et al.*, 2008; Mills, 2012; Coyle, *et al.*, 1986; Maughan, 2001).

Olahraga *endurance* selain menyebabkan deplesi glikogen otot juga menyebabkan peningkatan penggunaan asam amino (protein) untuk produksi energi. Hal ini dapat meningkatkan produksi amonia yang dapat meningkatkan kelelahan (Brouns, 2002). Selain itu, pemecahan protein juga menyebabkan kerusakan jaringan otot yang dapat dilihat dari peningkatan kadar kreatin kinase darah (Gleeson, *et al.*, 2004; Baird *et al.*, 2012). Apabila tidak segera dipulihkan maka dapat menyebabkan *overtraining* kronis yang akan mengganggu penyimpanan dan sintesis glikogen, memperberat degradasi protein otot, menimbulkan persepsi nyeri, dan menurunkan performa (Millan, 2013; Ivy, 2004).

Penelitian menunjukkan bahwa latihan panjang menyebabkan deplesi glikogen otot dan hati (Kerksick, *et al.*, 2008). Glikogen otot akan menipis sebesar 30% segera setelah latihan (Pascoe, *et al.*, 1993) atau bahkan habis pada saat akhir latihan (Madsen, 1996 dalam Mills, 2012). Apabila asupan karbohidrat menurun maka cadangan glikogen akan menipis lebih cepat dan akan meningkatkan penggunaan protein sebagai sumber energi melalui glukoneogenesis (Whitney and Sharon, 2011). Glukoneogenesis tersebut akan menyebabkan peningkatan kadar ureum darah seperti yang ditemukan pada penelitian Winaktu (1998). Hasil penelitian tersebut menunjukkan terjadinya peningkatan kadar ureum darah setelah latihan dari $24,42 \pm 1,78$ mg/dl menjadi $30,92 \pm 2,11$ mg/dl. Selain itu, deplesi simpanan glikogen juga menyebabkan kerusakan jaringan otot akibat peningkatan degradasi protein otot. Hal ini ditandai dengan peningkatan kadar kreatin kinase darah seperti pada penelitian Winaktu (1998). Pada penelitian tersebut diperoleh peningkatan kadar kreatin kinase darah dari 80 μ L menjadi 114,80 μ L.

Olahraga *endurance* dapat menyebabkan deplesi glikogen otot dan kerusakan jaringan otot. Oleh karena itu, pemulihan segera setelah latihan sangat diperlukan. Asupan karbohidrat selama pemulihan dapat mengganti glikogen yang habis setelah latihan panjang (Ivy, *et al.*, 2002). Pengisian kembali simpanan glikogen otot dan hati setelah latihan membuat atlet dapat menjalankan sesi latihan berikutnya dengan pemulihan penuh sehingga dapat berlatih dengan lebih baik (Campbell, 2014). Tingkat sintesis glikogen otot lebih tinggi pada kelompok yang diberikan minuman karbohidrat (36 ± 3 mmol/kg berat kering/jam) dibandingkan kelompok yang diberikan air (8 ± 6 mmol/kg berat kering/jam) (Van Hall, *et al.*, 2000). Hasil yang sama juga ditemukan pada penelitian Ferguson, *et al.*, (2011) yaitu tingkat sintesis glikogen otot lebih tinggi pada kelompok yang diberikan minuman karbohidrat (30,58 μ mol/g berat kering) dibandingkan kelompok yang diberikan air (7,05 μ mol/g berat kering) (Ferguson, *et al.*, 2011).

Secara tidak langsung pemulihan glikogen otot dapat dilihat dari kadar ureum darah. Berdasarkan hasil penelitian Winaktu (1998) diperoleh penurunan kadar ureum pada atlet setelah diberikan karbohidrat dari 36,91

mg/dl menjadi 27,96 mg/dl. Selain dapat mengembalikan glikogen otot, pemberian karbohidrat juga menurunkan secara signifikan kerusakan jaringan otot dan degradasi protein (Roy, *et al.*, 1997). Pemulihan jaringan otot ditandai dengan penurunan kadar kreatin kinase darah seperti pada penelitian Winaktu (1998) yaitu ditemukan penurunan kadar kreatin kinase darah dari 64,23 μ L menjadi 55,55 μ L.

Indikator pemulihan lainnya adalah performa. Ada hubungan langsung antara tingkat simpanan karbohidrat dengan performa (Campbell, 2014). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa asupan minuman elektrolit berkarbohidrat dapat meningkatkan performa olahraga intensitas tinggi dibandingkan dengan air /placebo (Carter, *et al.*, 2003; Carter, *et al.*, 2004; Carter, *et al.*, 2005; Bonetti & Hopkins, 2010). Setelah diberikan minuman karbohidrat, atlet dayung memiliki kecepatan mendayung lebih cepat (Winaktu, 1998). Atlet yang diberikan minuman karbohidrat memiliki kecepatan lari yang lebih cepat (Winnick, *et al.*, 2005). Asupan karbohidrat sebelum dan selama latihan panjang dapat menunda lelah dan meningkatkan performa bersepeda dan sepak bola (Martinez, *et al.*, 2010; Saunders, *et al.*, 2004; Ostojic & Sanja, 2002; Ali, *et al.*, 2007). Performa *endurance* dapat ditingkatkan dengan cara menjaga kadar glukosa darah dan menurunkan/menghemat penggunaan glikogen otot (Mills, 2012; Yaspelkis, *et al.*, 1993 dalam Nassis, *et al.*, 1998).

Seperti dijelaskan sebelumnya bahwa olahraga dayung merupakan salah satu dari jenis olahraga *endurance* sehingga atlet dayung berisiko mengalami depleksi simpanan glikogen dan kerusakan jaringan otot. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk meneliti tentang pengaruh pemberian minuman elektrolit berkarbohidrat terhadap pemulihan glikogen otot, pemulihan jaringan otot, dan performa. Penelitian ini dilakukan pada atlet dayung *rowing* laki-laki Indonesia yang berlatih di Pelatihan Nasional (Pelatnas) Atlet Dayung Indonesia Pengalengan, Jawa Barat. Oleh karena atlet dayung berkumpul di Pelatnas sehingga akan memudahkan peneliti untuk mengumpulkan sampel dan melakukan penelitian. Penelitian ini diperlukan untuk menemukan cara yang dapat meningkatkan resintesis glikogen pada

masa pemulihan untuk mempersiapkan energi untuk latihan atau pertandingan berikutnya dan mengurangi kerusakan jaringan otot. Dengan demikian, diharapkan atlet dapat menjaga performa agar tetap optimal sebagai persiapan menghadapi *SEA GAMES XXVIII* Tahun 2015 di Singapura.

1.2 Rumusan Masalah

Hasil penelitian Winaktu (1998) pada atlet dayung menunjukkan peningkatan kadar ureum darah setelah latihan dari $24,42 \pm 1,78$ mg/dl menjadi $30,92 \pm 2,11$ mg/dl dan peningkatan kadar kreatin kinase darah dari 88 μ L menjadi 114,80 μ L. Hal ini dapat menyebabkan atlet mengalami kelelahan dan mengganggu performa akibat terkurasnya simpanan glikogen otot dan kerusakan jaringan otot. Selain itu, belum diketahuinya informasi mengenai pengaruh pemberian minuman elektrolit berkarbohidrat terhadap kadar ureum darah, kreatin kinase darah, dan performa pada atlet dayung.

1.3 Pertanyaan Penelitian

- a. Apakah penurunan kadar ureum darah lebih tinggi pada kelompok perlakuan yang diberikan minuman karbohidrat elektrolit sebanyak 1 g/kgBB dibandingkan kelompok kontrol yang diberikan minuman karbohidrat elektrolit sebanyak 0,35 g/kgBB pada atlet dayung tahun 2015?
- b. Apakah penurunan kadar kreatin kinase darah lebih tinggi pada kelompok perlakuan yang diberikan minuman karbohidrat elektrolit sebanyak 1 g/kgBB dibandingkan kelompok yang diberikan karbohidrat 0,35 g/kgBB?
- c. Apakah performa (kecepatan, jarak tempuh, dan total kerja) lebih baik pada kelompok perlakuan yang diberikan minuman karbohidrat elektrolit sebanyak 1 g/kgBB dibandingkan kelompok kontrol yang diberikan minuman karbohidrat elektrolit sebanyak 0,35 g/kgBB pada atlet dayung tahun 2015?

1.4 Tujuan Penelitian

1.4.1 Tujuan Umum

Mengetahui perbedaan kadar ureum darah, kadar kreatin kinase darah, dan performa pada kelompok kontrol yang diberikan minuman elektrolit berkarbohidrat sebanyak 0,35 g/kgBB dengan kelompok perlakuan yang diberikan minuman elektrolit berkarbohidrat sebanyak 1 g/kgBB pada atlet dayung laki-laki Indonesia di Pelatihan Nasional Atlet Dayung Indonesia Pengalengan, Jawa Barat pada tahun 2015.

1.4.2 Tujuan Khusus

- a. Terbuktinya penurunan kadar ureum darah lebih tinggi pada kelompok perlakuan yang diberikan minuman elektrolit berkarbohidrat sebanyak 1 g/kgBB dibandingkan kelompok kontrol yang diberikan minuman elektrolit berkarbohidrat sebanyak 0,35 g/kgBB pada atlet dayung tahun 2015.
- b. Terbuktinya penurunan kadar kreatin kinase darah lebih tinggi pada kelompok perlakuan yang diberikan minuman elektrolit berkarbohidrat sebanyak 1 g/kgBB dibandingkan kelompok kontrol yang diberikan minuman elektrolit berkarbohidrat sebanyak 0,35 g/kgBB pada atlet dayung tahun 2015.
- c. Terbuktinya performa (kecepatan, jarak tempuh, dan total kerja) lebih baik pada kelompok perlakuan yang diberikan minuman elektrolit berkarbohidrat sebanyak 1 g/kgBB dibandingkan kelompok kontrol yang diberikan minuman elektrolit berkarbohidrat sebanyak 0,35 g/kgBB pada atlet dayung tahun 2015.

1.5 Manfaat Penelitian

- a. Bagi atlet dayung bermanfaat untuk mendapatkan alternatif minuman olahraga yang efektif untuk mengembalikan simpanan glikogen otot dengan cepat dan mengurangi kerusakan jaringan otot sehingga dapat mempertahankan performa optimal pada saat latihan atau pertandingan berikutnya.

- b. Bagi Pengurus Besar Persatuan Olahraga Dayung Indonesia (PB PODSI) diharapkan mendapatkan rekomendasi untuk pemulihan gizi dalam waktu singkat sehingga kemampuan fisik atlet meningkat dan meraih prestasi.
- c. Bagi Departemen Gizi Kesehatan Masyarakat FKM UI, ahli gizi, praktisi gizi klinis, kedokteran olahraga, fisiologi terapan, dan Kemenkes RI diharapkan dapat menjadi acuan pemulihan gizi pada atlet yang lebih sesuai dan menjadi landasan untuk penelitian selanjutnya.

1.6 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif, metode eksperimental murni dengan rancangan *single blind cross over*. Penelitian ini dilakukan untuk melihat perbedaan pengaruh antara pemberian minuman elektrolit berkarbohidrat 1 g/kgBB dan 0,35 g/kgBB terhadap kadar ureum darah, kadar kreatin kinase darah, dan performa pada atlet dayung *rowing* nasional di Pelatnas Pengalengan, Jawa Barat. Penelitian akan dilakukan pada bulan April tahun 2015. Data yang dikumpulkan meliputi data kadar ureum darah, kadar kreatin kinase darah, dan performa (kecepatan, jarak tempuh, dan total kerja). Selain itu, juga dikumpulkan data karakteristik atlet (umur, berat badan, tinggi badan, persen lemak tubuh), dan asupan makanan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pemulihan Setelah Latihan

Pemulihan dari latihan merupakan proses kompleks yang membutuhkan pengembalian simpanan glikogen otot dan hati, penggantian cairan dan elektrolit yang hilang lewat keringat, perbaikan jaringan otot yang rusak dan inisiasi adaptasi latihan (Ivy, 2004; Burke, 2010). Pemulihan setelah latihan di antaranya yaitu pemulihan glikogen otot dengan indikator ureum darah dan pemulihan jaringan otot dengan indikator kreatin kinase darah.

2.1.1 Ureum Darah

Peningkatan ketersediaan karbohidrat eksogen akan meningkatkan pemeliharaan glukosa darah dan mengurangi ketergantungan pada cadangan glikogen hati dan otot (Kerksick, *et al.*, 2008). Selama latihan *endurance*, karbohidrat dioksidasi sekitar 1 gram/menit atau 60 gram/jam (Tarnopolsky, *et al.*, 2005; Juekendrup, 2004) dan meningkat pada latihan intensitas tinggi (Mills, 2012). Apabila simpanan glikogen menipis dan ketersediaan karbohidrat rendah maka asam amino dari protein digunakan untuk membentuk glukosa melalui proses glukoneogenesis (Whitney and Sharon, 2011).

Salah satu metode yang dapat dilakukan untuk menentukan cukup tidaknya asupan dan simpanan karbohidrat adalah dengan pemeriksaan ureum atau yang dikenal juga dengan *Blood Urea Nitrogen* (BUN) (Campbell, 2014). Metode ini dapat digunakan untuk mengganti metode biopsi otot. Hal ini dikarenakan biopsi otot tidak dapat diterapkan pada atlet karena dapat menyebabkan trauma mikro ataupun makro pada atlet sehingga dapat mengganggu prestasi atlet. Apabila nilai ureum turun maka simpanan glikogen otot meningkat sedangkan jika nilai ureum naik maka kadar glikogen otot menipis dan terjadi pemecahan protein untuk

menghasilkan energi. Pada atlet kadar ureum akan meningkat setelah latihan (Winaktu, 1998; Vegge, *et al.*, 2012).

Pada orang yang sehat dengan asupan protein normal, konsentrasi ureum atau BUN berkisar antara 8-20 mg/dl (Gropper and Jack, 2013). Kadar ureum yang tinggi dapat disebabkan oleh kerusakan ginjal, obstruksi saluran kemih, gagal jantung kongestif, perdarahan gastrointestinal, syok, luka bakar, obat-obat tertentu seperti kortikosteroid dan beberapa antibiotik serta diet protein tinggi (Mayo Clinic, 2013). Sedangkan kadar ureum yang rendah dapat disebabkan oleh malnutrisi, diet rendah protein, serta obat-obatan seperti Chloramphenicol dan Streptomycin (*Lab Test Online*, 2015).

2.1.2 Kreatin Kinase Darah

Kreatin Kinase (CK) mengkatalisis reaksi fosforilasi reversible dari kreatin menjadi fosfokreatin dan ADP menjadi ATP. CK membentuk inti dari jaringan energi yang dikenal sebagai fosfokreatin (PCr) (Baird, *et al.*, 2012). Ketika glikogen otot menipis maka otot akan meningkatkan jumlah protein dan asam amino untuk menghasilkan energi (glukoneogenesis) (Millan, 2013). Gangguan seluler menyebabkan CK dilepaskan dari sel-sel miokard yang rusak ke dalam serum darah. Pengukuran aktivitas serum CK merupakan indikator penting terjadinya nekrosis sel otot dan kerusakan jaringan akibat trauma (Baird, *et al.*, 2012). Kenaikan aktivitas CK dapat ditemukan 4-8 jam setelah infark. Aktivitas CK akan meningkat 12-24 jam setelah latihan dan mencapai puncak pada 96 jam setelah latihan kemudian menurun kembali ke kisaran normal setelah 4 hari (Close, *et al.*, 2005; Mayo Clinic, 2015).

Tes CK dapat digunakan untuk mendeteksi peradangan otot atau kerusakan otot serius. Nilai normal CK yaitu <190 U/L untuk laki-laki dan <167 U/L untuk perempuan. Nilai CK meningkat pada penderita penyakit serebrovaskular akut, *Kennedy Disease*, cedera otot skeletal, serangan jantung, minum terlalu banyak alkohol atau obat-obatan tertentu seperti statin (Mayo Clinic, 2015; <http://www.urmc.rochester.edu>). Peningkatan

kadar CK dapat dilihat setelah latihan berat seperti angkat beban atau sesi latihan panjang sedangkan kadar CK rendah ditemukan pada awal kehamilan (*Lab Test Online*, 2015). Pada saat istirahat, nilai CK lebih tinggi pada laki-laki dibandingkan perempuan (Amelink, *et al.*, 1988) dalam Brancaccio, *et al.*, 2007).

2.2 Performa Atlet

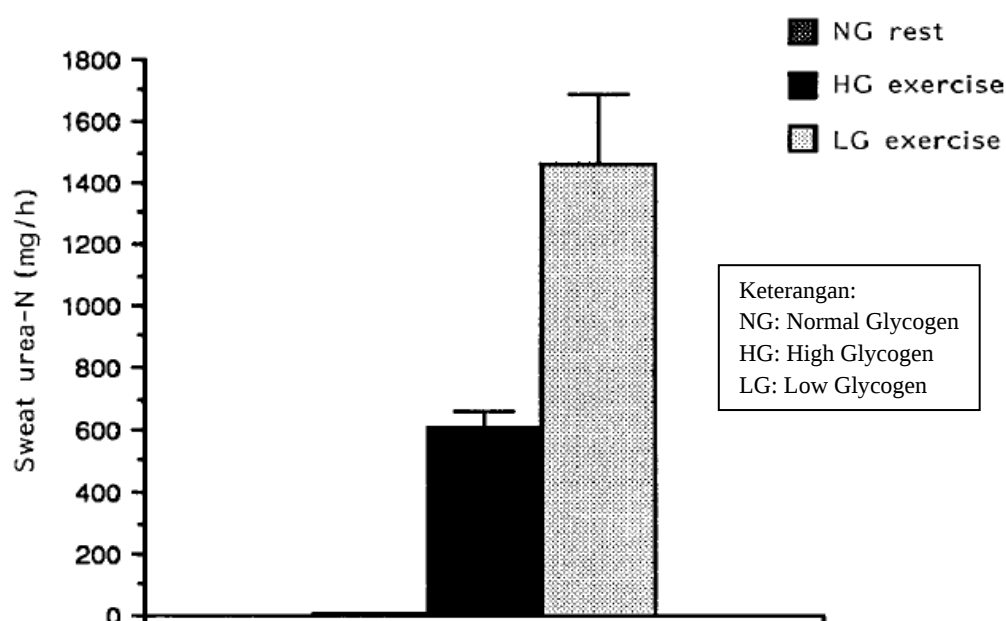
Performa atlet dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu simpanan karbohidrat, kebiasaan merokok, konsumsi alkohol, dan durasi tidur. Berikut ini adalah penjelasan lebih lanjut mengenai keempat faktor tersebut.

2.2.1 Simpanan Karbohidrat

Salah satu faktor yang memengaruhi performa atlet adalah simpanan karbohidrat. Menurut Campbell (2014) ada hubungan langsung antara tingkat simpanan karbohidrat dengan performa. Intensitas aktivitas atlet yang lama akan menyebabkan deplesi glikogen otot dan hati yang akan menurunkan waktu kelelahan. Ketersediaan karbohidrat selama latihan dan kadar glikogen otot merupakan penentu utama performa *endurance*. Karbohidrat merupakan bahan energi utama yang digunakan otot untuk menjaga performa olahraga (Sawka, *et al.*, 2007; Brouns, 2002). Asupan karbohidrat menjadi sangat penting ketika kadar glikogen otot rendah saat permulaan latihan karena dapat memperlambat penurunan konsentrasi glukosa darah (Kerkisck, *et al.*, 2008). Oleh karena itu, intervensi gizi berupa suplemen sebelum latihan dan pertandingan sangat besar pengaruhnya terhadap peningkatan performa baik olahraga aerob maupun anaerob (Skillen, *et al.*, 2008; Hoffman, *et al.*, 2009). Asupan karbohidrat 20-60 menit sebelum latihan berpotensi meningkatkan performa latihan (Gleeson, *et al.*, 1986; Hargreaves, *et al.*, 2000; Kirwan, *et al.*, 1998).

Ada hubungan antara kadar ureum dengan performa. Ketika produksi ureum meningkat maka performa *endurance* turun hingga 50% akibat deplesi glikogen otot (Brouns, 2002). Semakin rendah cadangan

glikogen otot, semakin tinggi kadar ureum. Tingginya kadar ureum setelah latihan menunjukkan rendahnya pemulihan (Winaktu, 1998). Penelitian Winaktu (1998) menunjukkan bahwa kadar ureum kelompok yang diberikan minuman karbohidrat lebih rendah dibandingkan kelompok yang diberikan air destilasi. Gambar 2.1 menunjukkan hubungan glikogen otot terhadap kadar ureum keringat. Ketika latihan dengan simpanan glikogen tinggi maka produksi ureum akan lebih rendah dibandingkan jika latihan dengan simpanan glikogen yang rendah.



Gambar 2.1 Hubungan Cadangan Glikogen Otot dengan Kadar Ureum

Sumber: Lemon and Mullin (1981) dalam Brouns (2000)

2.2.2 Kebiasaan Merokok

Merokok dapat menyebabkan tubuh kekurangan oksigen sehingga terjadi penurunan kapasitas aerobik. Seorang atlet yang merokok akan mencapai kapasitas pacu jantung maksimum jauh lebih cepat daripada yang tidak merokok. Nikotin menyebabkan paralisis pada silia di permukaan epitelium paru. Akibatnya, sisa-sisa benda asing tertinggal di saluran pernapasan sehingga menyebabkan kesulitan bernapas. Nikotin juga akan meningkatkan tekanan darah dan kecepatan denyut

jantung. Keadaan ini semua akan mengganggu performa atlet (Penggali dan Huriyati, 2007; Guyton and Hall, 2006).

Berikut ini adalah manfaat berhenti merokok terhadap performa fisik yaitu (CDC, 2004):

- a. 20 menit setelah berhenti merokok maka denyut jantung menurun
- b. 12 jam setelah berhenti merokok, kadar karbon monoksida di dalam darah menurun
- c. 2 minggu sampai 3 bulan setelah berhenti merokok maka fungsi paru-paru meningkat
- d. 1-9 bulan setelah berhenti merokok maka batuk dan kesulitan bernapas menurun

2.2.3 Konsumsi Alkohol

Konsumsi alkohol juga akan mengganggu performa. Alkohol menyebabkan berkurangnya sekresi glukosa oleh hati sehingga terjadi hipoglikemia dan kelelahan pada latihan *endurance* (Mahan and Escott-Stump, 2008). Asupan alkohol segera selama bersepeda mengganggu resintesis glikogen (Burke, *et al.*, 2003). Selain itu, asupan alkohol akut akan menurunkan sintesis protein otot (Lang, *et al.*, 2009). Alkohol bersifat diuretik sehingga menyebabkan penurunan cairan tubuh. Setiap gram etanol yang dikonsumsi akan menyebabkan kelebihan produksi urin sebanyak 10 mL (Shireff and Maughan, 2006). Konsumsi alkohol kronis dapat menyebabkan kehilangan zat gizi seperti vitamin B₁, vitamin B₆, dan kalsium (Mahan and Escott-Stump, 2008).

2.2.4 Durasi Tidur

Durasi tidur juga akan memengaruhi performa atlet. Durasi tidur yang baik bagi orang dewasa yaitu sekitar 7-8 jam sehari (Van Dongen, *et al.*, 2003). Penelitian pada atlet sepakbola menunjukkan bahwa rata-rata durasi tidur atlet sepakbola yaitu sekitar 7,63 jam per hari. Total tidur atlet merupakan faktor kritis yang memengaruhi pemulihan pasca latihan dan performa. Kurang tidur secara signifikan akan menurunkan

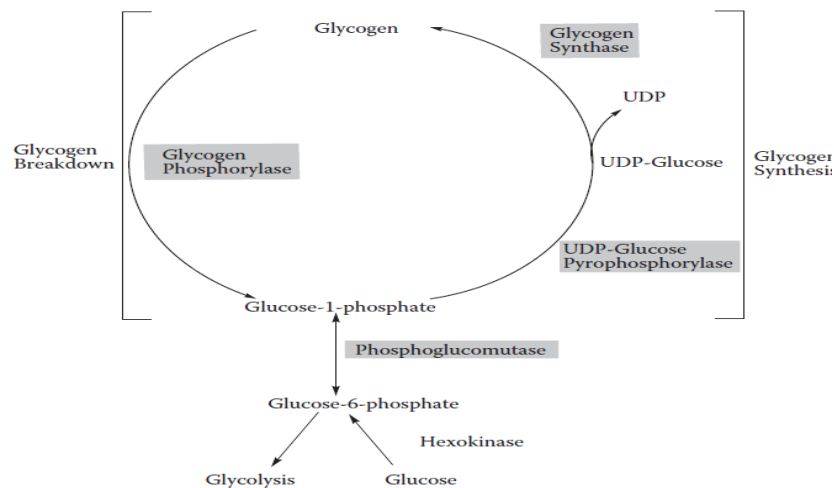
performa karena energi yang ada harus dipakai untuk mengembalikan kelelahan yang belum pulih sempurna akibat kurang tidur dan sebagian energinya harus digunakan untuk pertandingan di pagi harinya (Samuel, 2008; Penggalih dan Huriyati, 2007; Halson, 2014). Penelitian pada atlet pria menunjukkan bahwa kurang tidur secara signifikan menurunkan rata-rata dan total waktu *sprint* serta menurunkan simpanan glikogen otot (Skein, *et al.*, 2011).

2.3 Sintesis Glikogen Otot

Glikogen otot merupakan energi utama yang berkontribusi 40-45% pengeluaran energi dibandingkan glukosa yang hanya 5% selama latihan (65-75% VO₂ max) selama ≤ 30 menit (Coyle, *et al.*, 1995). Glikogen otot akan menjadi sumber energi yang cepat untuk kerja otot intensif (Brouns, 2002). Akan tetapi, umumnya sangat sedikit glikogen yang disimpan dalam otot rangka dan hati (Fournier, *et al.*, 2002). Jumlah glikogen yang disimpan dalam total otot di dalam tubuh berkisar 300 gram pada orang *sedentary* dan meningkat > 500 gram pada orang yang terlatih dengan kombinasi latihan dan konsumsi makanan tinggi karbohidrat (Brouns, 2002). Glikogen yang disimpan tersebut hanya cukup untuk mempertahankan kebutuhan energi beberapa jam latihan intens aerobik (Ivy, 1991). Sepertiga sampai setengah dari simpanan tersebut dapat habis dalam beberapa menit lari *sprint* maksimal (Fairchild, *et al.*, 2003).

Selama proses sintesis glikogen otot rangka, glukosa yang telah memasuki serat otot diubah menjadi glikogen melalui empat langkah yang dikendalikan oleh enzim. Pertama yaitu glukosa segera terfosforilasi oleh heksokinase menjadi glukosa 6 fosfat. Selanjutnya, glukosa 6 fosfat diubah menjadi glukosa 1 fosfat melalui phosphoglukomutase. Kemudian glukosa 1 fosfat diubah menjadi glukosa uridin difosfat (UDP) dibawah kendali pyrophosphorylase glukosa – UDP. Selanjutnya, glukosa- UDP ditambahkan ke molekul glikogen yang sedang dibentuk (Campbell, 2014). Glikogen disintesis ketika jumlah glukosa dalam sel melebihi jumlah yang dibutuhkan

untuk menghasilkan energi. Apabila jumlah glukosa tidak mencukupi maka glikogen akan dipecah oleh aksi enzim glikogen fosforilase (Brouns, 2002).



Gambar 2.2 Sintesis dan Pemecahan Glikogen (Campbell, 2014)

Pemulihan dari latihan merupakan proses kompleks yang membutuhkan pengembalian simpanan bahan bakar tubuh, perbaikan jaringan otot yang rusak dan inisiasi adaptasi latihan (Ivy, 2004). Resintesis glikogen otot relatif lambat dan dapat mencapai >24 jam sebelum pembentukan glikogen otot lengkap. Akan tetapi, apabila asupan karbohidrat cukup yaitu 7-10 g/kgBB maka simpanan glikogen otot dapat kembali normal (mencapai 350-800 mmol/kg berat kering) dalam waktu 24 jam (Jeukendrup, 2003).

2.4 Faktor yang Memengaruhi Sintesis Glikogen

Saat ini para peneliti ingin menentukan cara yang dapat meningkatkan tingkat resintesis glikogen otot selama periode pemulihan yang singkat (Ivy, *et al.*, 1988; Zawadzki, *et al.*, 1992). Berikut ini adalah faktor-faktor yang berhubungan dengan sintesis glikogen setelah latihan (Jentjens and Jeukendrup, 2003):

2.4.1 Status Latihan

Penelitian menunjukkan bahwa status latihan memengaruhi pembentukan kembali glikogen otot. Latihan dapat meningkatkan

sensitivitas insulin (Borghouts & Keizer, 2000; Ebeling, *et al.*, 1993) meliputi peningkatan protein karier GLUT-4 (Philips, *et al.*, 1996; Ebeling, *et al.*, 1993), peningkatan sinyal insulin (Kirwan, *et al.*, 2000), dan peningkatan aliran darah (Ebeling, *et al.*, 1993). Atlet yang terlatih memiliki kemampuan untuk mengembalikan simpanan glikogen lebih cepat dibandingkan yang tidak terlatih (Hickner, *et al.*, 1997; Jentjens and Jeukendrup, 2003).

2.4.2 Jumlah Karbohidrat

Metode yang umum digunakan untuk menghitung kebutuhan asupan karbohidrat adalah gram per kilogram berat badan (Beelen, *et al.*, 2008; Saunders, *et al.*, 2004). Untuk memaksimalkan sintesis glikogen maka jumlah asupan karbohidrat harus cukup (Ivy, *et al.*, 1988). Blom, *et al.*, (1987) dalam Van Loon, *et al.*, (2000) menganjurkan asupan karbohidrat sebanyak 0,35 g/kgBB dengan interval 2 jam akan memaksimalkan sintesis glikogen otot. Penelitian lain menyatakan bahwa asupan karbohidrat >0,5 g/kgBB dibutuhkan untuk memaksimalkan sintesis glikogen setelah latihan dengan interval pemberian 2 jam (Ivy, 1998). Penelitian lain melaporkan bahwa asupan karbohidrat 1,5 g/kgBB segera dan satu jam setelah latihan dapat meningkatkan resintesis glikogen otot secara signifikan (Pascoe, *et al.*, 1993). Sementara itu, menurut Campbell (2014) pemberian karbohidrat 1 g/kgBB (Roy and Tarnopolsky, 1998) sama efektifnya dengan 1,5 g/kgBB (Pascoe, *et al.*, 1993). Artinya, pemberian 1 g/kgBB sudah cukup untuk resintesis glikogen otot setelah latihan resisten dan mencapai 90% nilai glikogen otot sebelum latihan yang diukur pada 4 jam setelah latihan (Campbell, 2014). Hal yang sama juga diutarakan oleh Ivy (2000) bahwa meningkatkan jumlah asupan karbohidrat diatas 1,0-1,5 g/kgBB tidak akan menambahkan manfaat dan mungkin akan menyebabkan mual dan diare.

Suplementasi dalam bentuk cairan direkomendasikan karena lebih mudah dicerna dan membantu rehidrasi (Ivy, 2000). Minuman karbohidrat sebesar 6% baik untuk palatabilitas, pengosongan lambung cepat, absorpsi

usus halus dan meningkatkan oksidasi karbohidrat untuk meningkatkan performa (Mills, 2012; Ivy, *et al.*, 2003; Martinez, 2010; Singh, *et al.*, 2011). Apabila asupan minuman karbohidrat >8% akan menimbulkan keluhan lambung sehingga mengganggu performa (Nieuwenhoven, *et al.*, 2005 dalam Hornsby, 2011).

Selain dapat memulihkan glikogen otot, mengonsumsi karbohidrat setelah latihan juga dapat memengaruhi keseimbangan protein otot yaitu sintesis dan pemecahan protein otot. Pemberian 1 g/kgBB segera dan satu jam setelah latihan dapat menurunkan pemecahan protein otot sehingga dicapai keseimbangan positif protein otot. Keseimbangan protein otot dapat ditingkatkan dengan meningkatkan sintesis protein, menurunkan pemecahan protein, ataupun keduanya (Campbell, 2014).

Tabel 2.1 Tingkat Sintesis Glikogen Otot Berdasarkan Jumlah Karbohidrat yang Diberikan

Jumlah KH	Tingkat Sintesis Glikogen	Sumber
0,35 g/kgBB	2,1 mmol/kg berat kering/jam	Blom, <i>et al.</i> , (1987)
0,4 g/kgBB	22,7 mmol/kg berat kering/jam	Bowtell, <i>et al.</i> , (2000)
0,4 g/kgBB	21,6 mmol/kg berat kering/jam	Bowtell, <i>et al.</i> , (1999)
0,55 g/kgBB	27,6 mmol/kg berat kering/jam	Maehlum, <i>et al.</i> , (1978)
0,75 g/kgBB	22,3 mmol/kg berat kering/jam	Ivy, <i>et al.</i> , (1988)
0,8 g/kgBB	16,6 mmol/kg berat kering/jam	Van Loon, <i>et al.</i> , (2000)
1 g/kgBB	33 mmol/kg berat kering/jam	Ivy, <i>et al.</i> , (1988)
1 g/kgBB	37,4 mmol/kg berat kering/jam	McCoy, <i>et al.</i> , (1996)
1,2 g/kgBB	35,4 mmol/kg berat kering/jam	Van Loon (2000)
1,2 g/kgBB	40 mmol/kg berat kering/jam	Jentjens, <i>et al.</i> , (2001)
1,2 g/kgBB	40,5 mmol/kg berat kering/jam	Van Hall, <i>et al.</i> , (2000)
1,4 g/kgBB	40 mmol/kg berat kering/jam	Casey, <i>et al.</i> , (1995)
1,6 g/kgBB	42,5 mmol/kg berat kering/jam	Doyle, <i>et al.</i> , (1993)

2.4.3 Waktu Pemberian Karbohidrat

Konsumsi karbohidrat segera setelah latihan resistensi telah dievaluasi berdasarkan dua hasil. Pertama, karbohidrat yang dikonsumsi setelah latihan dapat meningkatkan tingkat resintesis glikogen yang

penting bagi para atlet yang melakukan 2 sesi latihan sehari atau 1 sesi latihan panjang. Kedua, suplementasi karbohidrat setelah bertanding telah terbukti mengubah respon hormon latihan yang dapat memberikan dampak positif pemulihan dengan memengaruhi resintesis glikogen dan metabolisme protein (Volek, 2001). Pemberian minuman karbohidrat sangat dianjurkan segera setelah latihan atau maksimal 30 menit setelah latihan karena periode ini merupakan periode *Window of Opportunity* metabolik bagi otot (Spano, 2013). Pada periode ini tubuh mampu mengoptimalkan pengisian kembali simpanan glikogen otot dan hati. Selain itu, periode ini merupakan periode kritis karena tubuh menginisiasi sintesis protein otot untuk pemulihan dan perbaikan jaringan otot, mengisi kembali cairan dan elektrolit yang hilang melalui keringat dan beradaptasi dari stres selama latihan (Rockwell, 2010).

Penelitian Ivy, *et al.*, (1988) menunjukkan bahwa tingkat sintesis glikogen otot lebih rendah pada kelompok kontrol yang pemberian suplemen karbohidratnya ditunda hingga 2 jam dibandingkan kelompok perlakuan yang pemberian suplemen karbohidratnya dilakukan segera setelah latihan dan lanjut selama dua jam. Apabila pemberian larutan karbohidrat ditunda dan diberikan setelah 2 jam pemulihan maka sintesis glikogen akan menurun sebesar 45% ketika diukur setelah 4 jam latihan selesai.

Lebih sering frekuensi karbohidrat diasup akan menghasilkan tingkat sintesis glikogen yang lebih tinggi (Van Hall, *et al.*, 1998). Suplementasi karbohidrat yang diberikan dengan interval yang lebih sering (≤ 30 menit) akan menjaga plasma glukosa dan konsentrasi insulin lebih tinggi sehingga berkontribusi untuk sintesis glikogen otot yang lebih tinggi (Ivy, *et al.*, 1988; Van Loon, *et al.*, 2000). Hasil yang sama juga ditemukan pada penelitian Piehl, *et al.*, (2000) menunjukkan bahwa pemberian suplemen karbohidrat dengan interval yang sering (15-60 menit) selama 3-4 jam setelah latihan mampu meningkatkan kadar insulin darah yang maksimal. Penelitian menunjukkan bahwa pemberian karbohidrat dengan interval 15-30 menit dalam jumlah banyak maka

tingkat sintesis glikogen 30% lebih tinggi dibandingkan dengan interval setiap 2 jam (Piehl, *et al.*, 2000; Van Hall, *et al.*, 2000). Sintesis glikogen dapat ditingkatkan dengan meningkatkan asupan karbohidrat (0,4 g/kgBB/jam) dengan interval 30 menit (Van Loon, *et al.*, 2000). Selain itu, pemberian karbohidrat dengan jumlah kecil dan frekuensi sering akan menurunkan risiko gangguan gastrointestinal seperti perut kembung (Jentjens and Jeukendrup, 2003).

2.4.4 Jenis Karbohidrat

Penelitian menunjukkan bahwa glukosa (tinggi indeks glikemik) memiliki tingkat sintesis glikogen yang lebih tinggi dibandingkan fruktosa (rendah indeks glikemik) (Van Den Bergh, *et al.*, 1996). Selain itu, glukosa merupakan monosakarida sumber energi yang cepat karena dapat langsung masuk ke otot tanpa diubah dahulu untuk disintesis menjadi glikogen (Campbell, 2014).

2.4.5 Besarnya Deplesi Glikogen Otot

Penelitian Bonen, *et al.*, (1985) melaporkan bahwa sintesis glikogen otot lebih tinggi pada kelompok yang konsentrasi glikogen ototnya rendah setelah latihan dibandingkan yang moderat. Semakin besar tingkat deplesi glikogen maka semakin tinggi pula tingkat sintesis glikogen selama beberapa jam setelah latihan (Jentjens and Jeukendrup, 2003). Hal ini dapat disebabkan oleh lebih tingginya aktivitas glikogen sintase (Zachwieja, *et al.*, 1991), peningkatan transport glukosa ke otot (Fell, *et al.*, 1982), tingginya jumlah GLUT-4 transporter di membran sel (Derave, *et al.*, 2000) atau gabungan dari faktor-faktor tersebut (Azpiazu, *et al.*, 2000).

2.4.6 Tipe Serabut otot

Tipe serabut otot yang dilihat berdasarkan pemeriksaan biopsi juga memengaruhi peningkatan resintesis glikogen otot setelah latihan. Akan tetapi, penelitian-penelitian yang dilakukan untuk membuktikan pengaruh tersebut masih memberikan hasil yang berbeda-beda. Penelitian Vollestad,

et al., (1989) menunjukkan bahwa peningkatan sintesis glikogen otot lebih tinggi pada kelompok yang memiliki serabut otot tipe II dibandingkan serabut otot tipe I. Sebaliknya penelitian Casey, *et al.*, (1995) menunjukkan bahwa peningkatan sintesis glikogen otot lebih tinggi pada kelompok yang memiliki serabut otot tipe I dibandingkan kelompok yang memiliki serabut otot tipe II. Perbedaan hasil penelitian ini dapat disebabkan oleh perbedaan metode untuk menentukan jumlah glikogen otot. Penelitian Vollestad, *et al.*, (1989) menggunakan metode *histochemical* sedangkan penelitian Casey, *et al.*, (1995) menggunakan metode *biochemical*.

Pada manusia diketahui bahwa pengambilan glukosa setelah adanya stimulus insulin terjadi lebih banyak pada serabut otot tipe I dibandingkan tipe II (Lillioja, *et al.*, 1987). Selain itu, penelitian Gaster, *et al.*, (2000) menunjukkan bahwa jumlah protein transporter glukosa yakni GLUT-4 terlihat lebih banyak pada kelompok yang memiliki serabut otot tipe I dibandingkan tipe II meskipun perbedaan tersebut tidak terlalu besar. Akan tetapi, perbedaan jumlah GLUT-4 pada kedua kelompok lebih disebabkan oleh perbedaan tingkat aktivitas dari serabut otot itu sendiri bukan dari tipe serabut otot yang dimiliki. Sementara itu, menurut Piehl (1974) tingkat sintesis glikogen otot lebih tinggi pada serabut otot tipe II karena ketersediaan laktat untuk sintesis glikogen pada tipe serabut otot ini. Sebagian besar sintesis glikogen otot yang berasal dari laktat terjadi selama periode awal setelah latihan ketika konsentrasi laktat tinggi di dalam otot dan darah.

2.4.7 Jenis Latihan

Jenis latihan berdurasi lama atau intensitas berat akan mengganggu sintesis glikogen otot (Sherman, *et al.*, 1983). Penelitian Doyle, *et al.*, (1993) meminta subjek untuk melakukan latihan dengan intensitas berat untuk menguras simpanan glikogen otot. Setelah itu, subjek melanjutkan 10 kali latihan berikutnya dengan latihan biasa atau latihan berat. Hasilnya diperoleh bahwa setelah 48 jam peningkatan sintesis glikogen otot 25%

lebih rendah pada kelompok yang melakukan latihan dengan durasi lama dan berintensitas yang berat. Hasil yang sama juga dilaporkan oleh Widrick, *et al.*, (1993) yang menemukan bahwa sintesis glikogen otot menurun pada 24-72 jam setelah latihan berat dengan durasi yang lama.

2.5 Kebutuhan Energi Atlet

Untuk menghitung kebutuhan energi atlet digunakan estimasi kebutuhan energi yang disebut dengan *Estimated Energy Requirements* (EER). EER memperkirakan jumlah kalori yang dibutuhkan orang sehat untuk menjaga berat badan mereka. Persamaan tersebut memperhitungkan jenis kelamin, usia, tinggi badan, berat badan, tahapan kehidupan, dan tingkat aktivitas (lihat tabel 2.3). Tingkat aktivitas fisik dapat diketahui dengan melihat nilai aktivitas fisik yang dibedakan menurut usia dan jenis kelamin (lihat tabel 2.2).

Tabel 2.2 Level Aktivitas Fisik dengan Nilai Aktivitas Fisik

Level Aktivitas Fisik	Nilai Aktivitas Fisik			
	3-18 tahun		≥ 19 tahun	
	Laki-laki	Perempuan	Laki-laki	Perempuan
Menetap: hanya melaksanakan aktivitas sehari-hari dan tidak ada latihan menengah hingga berat	1,00	1,00	1,00	1,00
Sedikit aktif: melaksanakan aktivitas sehari-hari setidaknya 30 menit latihan menengah dan minimal 15-30 menit latihan berat tergantung intensitas kegiatan	1,13	1,16	1,11	1,12
Aktif: melaksanakan setidaknya 60 menit latihan menengah dan minimal 30-60 menit latihan berat tergantung intensitas kegiatan	1,26	1,31	1,25	1,27
Sangat aktif: melaksanakan setidaknya 2,5 jam latihan menengah atau minimal melaksanakan 1-1,75 jam latihan berat tergantung intensitas kegiatan	1,42	1,56	1,48	1,45

Sumber: (Smolin and Mary, 2010)

2.5.1 Perhitungan Kebutuhan Energi Atlet

Berikut ini adalah persamaan untuk menghitung kebutuhan energi atlet:

Tabel 2.3 Persamaan Prediksi Estimasi Kebutuhan Energi

Tahapan Kehidupan	Persamaan Prediksi Estimasi Kebutuhan Energi (<i>EER Prediction Equation</i>)
Laki-laki 9-18 tahun	$EER = 88,5 - (61,9 \times \text{umur dalam tahun}) + \text{aktivitas fisik} [(26,7 \times \text{BB dalam kg}) + 903 \times \text{TB dalam m}] + 25$
Perempuan 9-18 tahun	$EER = 135,3 - (30,8 \times \text{umur dalam tahun}) + \text{aktivitas fisik} [(10,0 \times \text{BB dalam kg}) + (934 \times \text{TB dalam m})] + 25$
Laki-laki ≥ 19 tahun	$EER = 662 - (9,53 \times \text{umur dalam tahun}) + \text{aktivitas fisik} [(15,91 \times \text{BB dalam kg}) + (539,6 \times \text{TB dalam m})]$
Perempuan ≥ 19 tahun	$EER = 354 - (6,91 \times \text{umur dalam tahun}) + \text{aktivitas fisik} [(9,36 \times \text{BB dalam kg}) + (726 \times \text{TB dalam m})]$

Sumber: (Smolin and Mary, 2010)

2.6 Metabolisme Energi Saat Latihan

Pada saat berolahraga terdapat 3 jalur metabolisme energi yang digunakan yaitu hidrolisis *phosphocreatine* (PCr), metabolisme anaerob, dan metabolisme aerob. Ketiga sistem metabolisme tersebut terjadi secara simultan dengan proporsi yang berbeda-beda sesuai cabang olahraga. Tabel 2.4 berikut menunjukkan komposisi penggunaan sistem energi berdasarkan cabang olahraga.

Tabel 2.4 Komposisi Penggunaan Sistem Energi Sesuai Jenis Olahraga

Jenis Olahraga	PCr & Glikolisis	Glikolisis & Metabolisme Aerob	Metabolisme Aerob
Dayung	20	30	50
Renang jarak jauh	10	20	70
Lari jarak jauh	10	20	70
Hoki	50	20	30
Bola basket	60	20	20
Sepak bola	50	20	30
Bola voli	80	5	15
Tenis lapangan	70	20	10
Ski	33	33	33

Sumber: Foss and Keteyian (1996) dalam Kemenkes RI (2013)

2.6.1 Sistem Hidrolisis *Phosphocreatin* (PCr)

Kreatin (Cr) merupakan jenis asam amino yang disimpan di dalam otot sebagai sumber energi. Di dalam otot, bentuk kreatin yang sudah terfosforilasi yaitu *phosphokreatine* (PCr) yang berperan dalam proses metabolisme energi anaerob. PCr merupakan ikatan kimia lain yang berikatan tinggi dengan formula yaitu $\text{Kreatin} \sim \text{PO}_3^-$. Saat pelepasan ikatan PCr terjadi pelepasan energi sebesar 10.300 kalori. Hal ini lebih besar daripada pelepasan satu ikatan pada molekul ATP yaitu hanya sebesar 7300 kalori. Oleh karena dapat digunakan untuk pengisian cepat ATP maka sistem energi ini digunakan selama latihan intensitas yang sangat tinggi dengan durasi yang pendek ketika ATP digunakan sangat cepat (Dunford and Andrew, 2008). Kombinasi jumlah molekul ATP dan PCr disebut sistem energi *phosphagen* yang dapat menyediakan energi untuk kekuatan otot maksimal selama 8-10 detik yang cukup untuk berlari 100 m (Guyton and Hall, 2006).

2.6.2 Metabolisme Anaerob

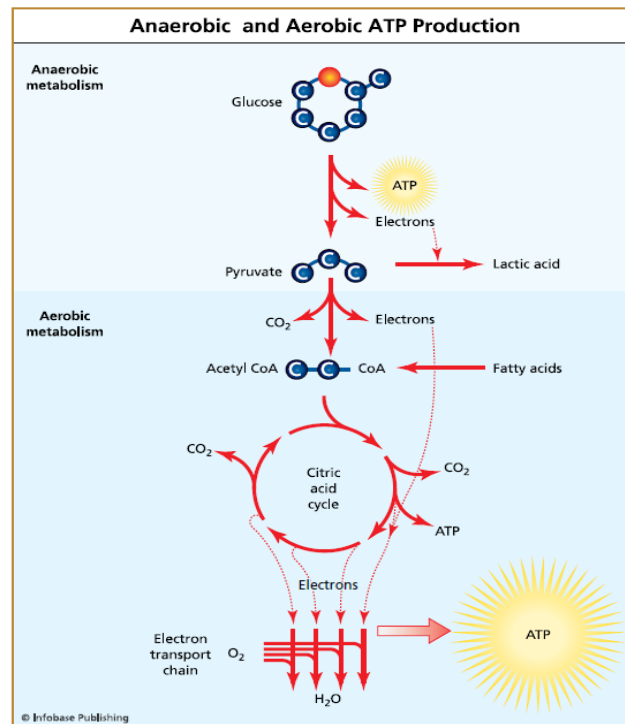
Setelah latihan selama 10-15 detik, simpanan ATP dan kreatin fosfat akan habis. Akan tetapi, jantung dan paru-paru akan membutuhkan lebih banyak waktu untuk meningkatkan pasokan oksigen ke otot. Pada titik ini, sel otot menggunakan metabolisme anaerob untuk menghasilkan energi. Proses ini tidak menggunakan oksigen dan berlangsung di sitoplasma sel. Glukosa yang digunakan untuk proses ini merupakan hasil pemecahan glikogen otot tanpa menggunakan oksigen (glikolisis anaerob). Pada proses ini, 6 molekul glukosa dipecah menjadi 3 molekul asam piruvat dan menghasilkan 2 molekul ATP. Produk sampingan dari proses ini adalah piruvat dan elektron berenergi tinggi yang akan bergabung membentuk asam laktat (Smolin and Mary, 2010).

2.6.3 Metabolisme Aerob

Setelah 2-3 menit latihan terjadi peningkatan denyut jantung dan laju pernapasan sehingga oksigen lebih banyak menuju ke sel otot. Pada saat ini metabolisme aerobik dimulai untuk memasok ATP menggunakan glukosa, asam lemak, dan kadang-kadang asam amino dari protein. ATP yang dihasilkan akan lebih lambat dari metabolisme anaerobik namun jauh lebih efisien yaitu sekitar 18 kali lebih banyak ATP untuk setiap 1 molekul glukosa. Reaksi metabolisme aerobik berlangsung di mitokondria. Ketika oksigen tersedia maka piruvat yang dihasilkan oleh metabolisme anaerobik akan memasuki mitokondria dan melepaskan satu atom karbon sebagai CO_2 dan bergabung dengan molekul koenzim A (CoA) untuk membentuk molekul asetil-CoA. Pada proses ini tidak ada asam laktat yang terbentuk. Elektron yang dihasilkan dari pemecahan asam piruvat digunakan untuk menghasilkan ATP. Asam lemak terlebih dahulu dipecah menjadi 2 unit karbon membentuk asetil-CoA. Proses ini dinamakan beta oksidasi yang melepaskan elektron untuk menghasilkan ATP (Smolin and Mary, 2010).

Asetil-CoA akan memasuki tahap berikutnya dari metabolisme aerobik yaitu siklus asam sitrat (siklus Krebs). Untuk memulai siklus ini, asetil-CoA bergabung dengan 4 atom karbon dari metabolisme karbohidrat menghasilkan 6 atom karbon yang disebut asam sitrat. Siklus asam sitrat kemudian melepaskan satu atom karbon dalam bentuk CO_2 sampai molekul dengan 4 atom karbon terbentuk lagi. Proses ini menghasilkan dua molekul ATP untuk setiap 1 molekul glukosa. Elektron yang dipecah akan masuk ke tahap akhir yaitu transport elektron (Smolin and Mary, 2010).

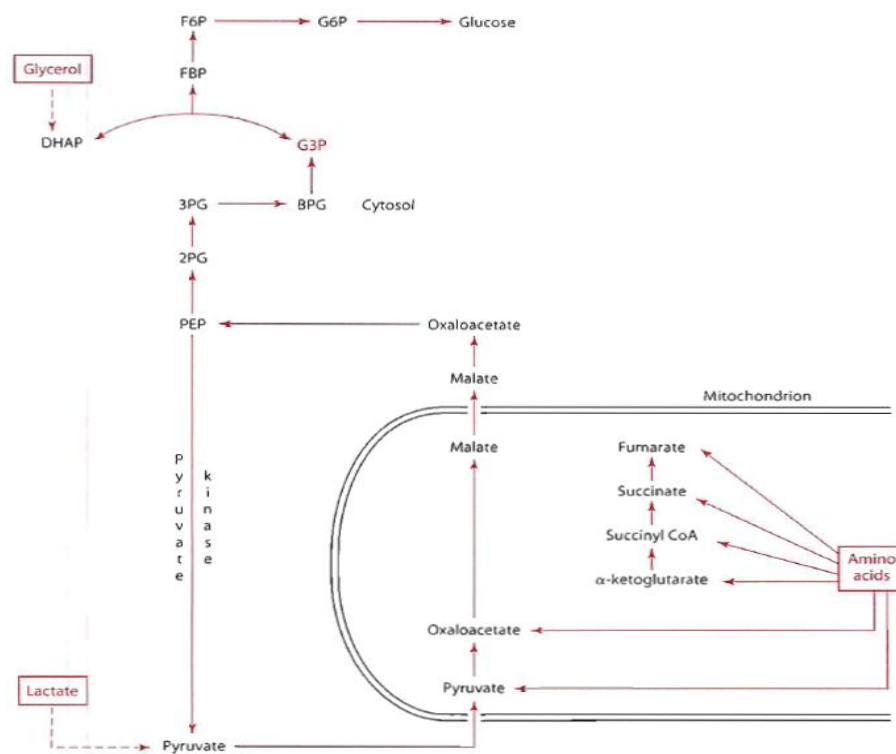
Rantai transpor elektron melibatkan serangkaian molekul yang berhubungan dengan membran dalam mitokondria. Molekul ini menerima elektron dari molekul yang dipecah dan berikatan dengan oksigen untuk menghasilkan air. Selama elektron bereaksi, energi yang dihasilkan terperangkap dan digunakan untuk membentuk ATP (Smolin and Mary, 2010).



Gambar 2.3 Metabolisme Anaerob dan Aerob (Smolin and Mary, 2010)

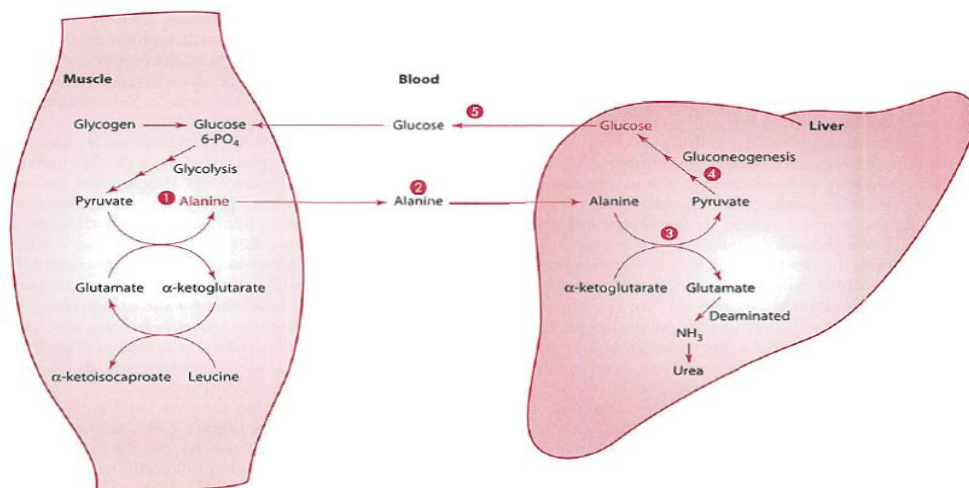
2.7 Glukoneogenesis

Glukosa bermanfaat untuk menghemat protein (Wardlaw and Jefrey, 2007). Apabila simpanan glikogen menipis dan ketersediaan karbohidrat rendah maka asam amino dari protein digunakan untuk membentuk glukosa (Whitney and Sharon, 2011). Proses ini disebut dengan glukoneogenesis yaitu pembentukan glukosa dari sumber non-karbohidrat. Selain dari asam amino, glukoneogenesis juga dapat berasal dari laktat, piruvat, dan gliserol (Gropper and Jack, 2013). Proses glukoneogenesis dapat dilihat pada gambar 2.4.



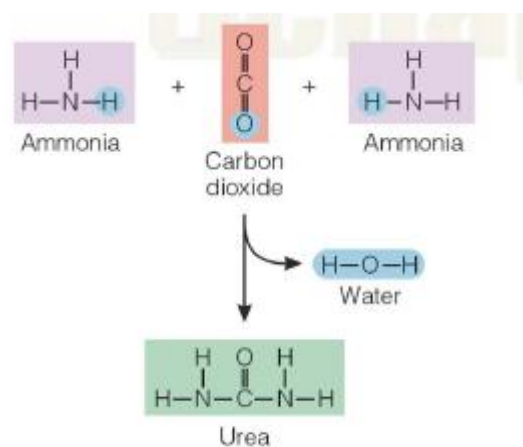
Gambar 2.4 Glukoneogenesis (Gropper and Jack, 2013)

Asam amino yang dapat diubah menjadi glukosa adalah asam amino glukogenik seperti alanin. Proses perubahan alanin menjadi glukosa dikenal dengan siklus alanin-glukosa (gambar 2.5). Proses dari siklus tersebut yaitu sebagai berikut: 1) Alanin dibentuk di sel otot dari transaminasi dengan glutamat dan dari piruvat. 2) Alanin dibawa oleh darah menuju hati. 3) Di hati alanin mengalami transaminasi dengan α -ketoglutarat untuk membentuk piruvat. 4) Piruvat diubah kembali menjadi glukosa. 5) Glukosa dikeluarkan dari hati menuju darah untuk diambil oleh jaringan seperti otot sebagai sumber energi. 6) Glutamat yang dibentuk di hati dapat mengalami deaminasi untuk menghasilkan ammonia; ammonia digunakan oleh hati untuk memproduksi urea (Gropper and Jack, 2013).



Gambar 2.5 Siklus Alanin-Glukosa (Gropper and Jack, 2013)

Pemecahan protein menghasilkan ammonia yang harus dikeluarkan oleh tubuh melalui sintesis urea di hati dan diekskresikan oleh ginjal (Whitney and Sharon, 2011). Apabila jumlah ammonia banyak di dalam tubuh dapat bersifat racun dan menyebabkan kerusakan otak dan koma (Gropper and Jack, 2013; Koolman and Roehm, 2005). Berikut adalah proses sintesis urea (gambar 2.6). Ketika asam amino dideaminasi maka ammonia diproduksi. Hati mendetoksifikasi ammonia sebelum diedarkan ke darah. Ammonia bersama dengan karbon dioksida akan menghasilkan urea (Whitney and Sharon, 2011).



Gambar 2.6. Sintesis Urea (Whitney and Sharon, 2011)

2.8 Kebutuhan Zat Gizi Makro

2.8.1 Karbohidrat

Atlet direkomendasikan mengonsumsi karbohidrat 6-10 g/kgBB/hari (American Dietetic Association, *et al.*, 2009 dalam Campbell, 2014). Akan tetapi, anjuran ini juga disesuaikan dengan pengeluaran energi harian atlet dan jenis latihan yang dilakukan. Asupan karbohidrat dapat lebih besar jika atlet melakukan beberapa latihan per hari. Berikut ini adalah rekomendasi asupan karbohidrat harian atlet (Burke, *et al.*, 2004):

- a. 5-7 g/kg/hari selama latihan *endurance* durasi moderat atau intensitas rendah
- b. 7-12 g/kg/hari untuk latihan *endurance* moderat sampai berat
- c. 10-12+ g/kg/hari untuk program latihan *endurance* yang ekstrim (4-6 jam atau lebih per hari)

Penting bagi atlet secepat mungkin untuk mengisi kembali simpanan glikogen yang menipis. Pemberian karbohidrat setelah latihan bermanfaat bagi atlet yang berlatih 2-3 kali sehari atau berlatih intensif selama periode waktu yang lama dalam sehari untuk mengisi kembali simpanan glikogen otot dan hati dengan cepat (Campbell, 2014; Meyer and Melinda, 2011). Pada olahraga *endurance*, asupan karbohidrat selama dan segera setelah latihan akan membatasi pemecahan protein dan oksidasi asam amino. Oksidasi asam amino berlangsung di mitokondria. Oksidasi ini akan meningkat pada periode latihan fisik, ketika ketersediaan karbohidrat terbatas, dan deplesi glikogen (Brouns, 2002).

2.7.2 Lemak

Selama latihan olahraga berat yang berlangsung 1-3 menit, karbohidrat menjadi bahan bakar yang paling penting (Coyle, 1991 dalam Brouns, 2002) dengan perbandingan antara lemak : karbohidrat yaitu 10% : 90% (Brouns, 2002). Selama 1 jam pertama latihan, lemak

menyediakan 40% energi dan pada 4 jam latihan menyediakan sekitar 65% kebutuhan energi total (Campbell, 2014). Individu yang sangat terlatih memiliki kapasitas yang lebih tinggi untuk memobilisasi asam lemak dari depot lemak, membawanya ke otot, dan menggunakannya sebagai sumber energi (Brouns, 2002). Kebutuhan lemak atlet berkisar antara 20-25% dari total kebutuhan energi sehari (Smolin and Mary, 2010).

2.7.3 Protein

Protein diperlukan untuk meningkatkan massa otot, membantu proses adaptasi akibat latihan, memperbaiki serat otot yang rusak, dan pembentukan enzim (Ivy, 2004). Akan tetapi, bagi atlet *endurance* yang berlatih lebih dari satu jam sehari dan menguras simpanan glikogen maka mereka akan lebih bergantung pada protein sebagai bahan bakar (Sizer and Ellie, 2010). Berikut adalah tabel kebutuhan protein bagi atlet.

Tabel 2.5 Rekomendasi Protein Secara Umum Berdasarkan Aktivitas

Tingkat Aktivitas	Rekomendasi Asupan Protein Harian
Dewasa <i>sedentary</i>	0,8 g/kgBB
Dewasa aktif (seperti atlet rekreasional tidak dalam latihan)	0,8 - 1,0 g/kgBB
Atlet <i>endurance</i>	1,2 - 1,4 g/kgBB
Atlet <i>ultraendurance</i>	1,2 - 2,0 g/kgBB
Atlet kekuatan / <i>Strength</i>	1,6 - 1,7 g/kgBB

Sumber: (Dunford and Andrew, 2008)

2.9 Kebutuhan Cairan

Air merupakan elemen zat gizi esensial bagi manusia tepatnya 60-70% dari berat badan manusia (Guyton and Hall, 2006). Selama latihan, keseimbangan air menjadi semakin penting karena peran volume air dalam tubuh untuk pengaturan suhu, fungsi kardiovaskular serta berbagai reaksi biokimia dan saraf (Bunn, 2014). Atlet dianjurkan untuk minum air 500 ml

saat 1-2 jam sebelum latihan dan dilanjutkan dengan minum minuman sejuk atau dingin dengan interval teratur untuk mengganti cairan yang hilang lewat keringat. Untuk menjaga performa atlet pada periode latihan panjang lebih dari sejam dibutuhkan air sebanyak 600-1200 ml/jam. Status hidrasi yang baik selama latihan dan kompetisi tidak hanya meningkatkan performa tetapi juga menghindari *thermal stress*, memelihara volume plasma, mencegah kelelahan, dan cedera (Serge, *et al.*, 2004). Setelah latihan, atlet perlu mengonsumsi cairan sebanyak 1,5 liter untuk setiap kg berat badan yang hilang sebagai indikator kehilangan cairan selama latihan (Raz, 2010).

Kehilangan cairan lewat keringat dan peningkatan suhu tubuh dapat menyebabkan dehidrasi. Dehidrasi akan meningkatkan viskositas darah (Beckers & Rehrer, 2000 dalam Sadowska, *et al.*, 2009) dan meningkatkan penggunaan glikogen otot selama latihan berlangsung (Hargreaves, *et al.*, 1996 dalam Coyle, 2004). Dehidrasi dengan kehilangan 1-2% berat badan akan berdampak negatif pada fungsi fisiologis, mengganggu performa, menyebabkan peningkatan denyut jantung 5-8 denyut/menit, kardiovaskular menurun signifikan, menyebabkan cedera dan terjadinya kelelahan pada kondisi cuaca moderat. Apabila gagal mengganti kehilangan tersebut akan menyebabkan perubahan fungsional seperti denyut jantung latihan lebih tinggi, osmolalitas plasma lebih tinggi, aliran darah ke kulit lebih rendah, suhu tubuh lebih tinggi, stress lebih cepat, dan meningkatkan risiko termal (Shalesh, *et al.*, 2014; Singh, *et al.*, 2011; Asker & Michael, 2010 dalam Shalesh, *et al.*, 2014; Sawka, *et al.*, 2001 dalam Coyle, 2004). Bahkan jika kehilangan 20-22% dari berat badan dapat menyebabkan kematian (Guyton and Hall, 2006).

Banyak cara yang dapat digunakan untuk menilai status hidrasi namun cara yang mudah dilakukan adalah dengan menimbang berat badan sebelum dan setelah pertandingan/latihan. Pada dasarnya kehilangan 1 g BB sama dengan kehilangan 1 mL air atau penurunan 1 kg BB sama dengan kehilangan 1 L air (Cheuvront dan Sawka 2005). Untuk meningkatkan akurasi maka atlet menggunakan pakaian minimal saat pengukuran (Bunn, 2014). Cara lain yaitu dengan menilai warna urin (Armstrong, *et al.*, 1994

dalam Bunn, 2014). Idealnya, atlet yang memiliki urin kuning pucat menunjukkan *euhydration*. Jika warna cerah menunjukkan hiperhidrasi dan warna emas atau lebih gelap dari warna kuning atau bahkan krem atau kecoklatan mengindikasikan berbagai tingkat dehidrasi. Akan tetapi, warna urin juga dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor makanan. Contoh, konsumsi vitamin B kompleks atau karoten dapat membuat urin tampak kuning gelap. Konsumsi makanan berpigmen atau makanan dengan pewarna buatan juga dapat membuat urin terlihat lebih gelap (Maughan and Shirreffs 2008).

2.10 Kebutuhan Elektrolit

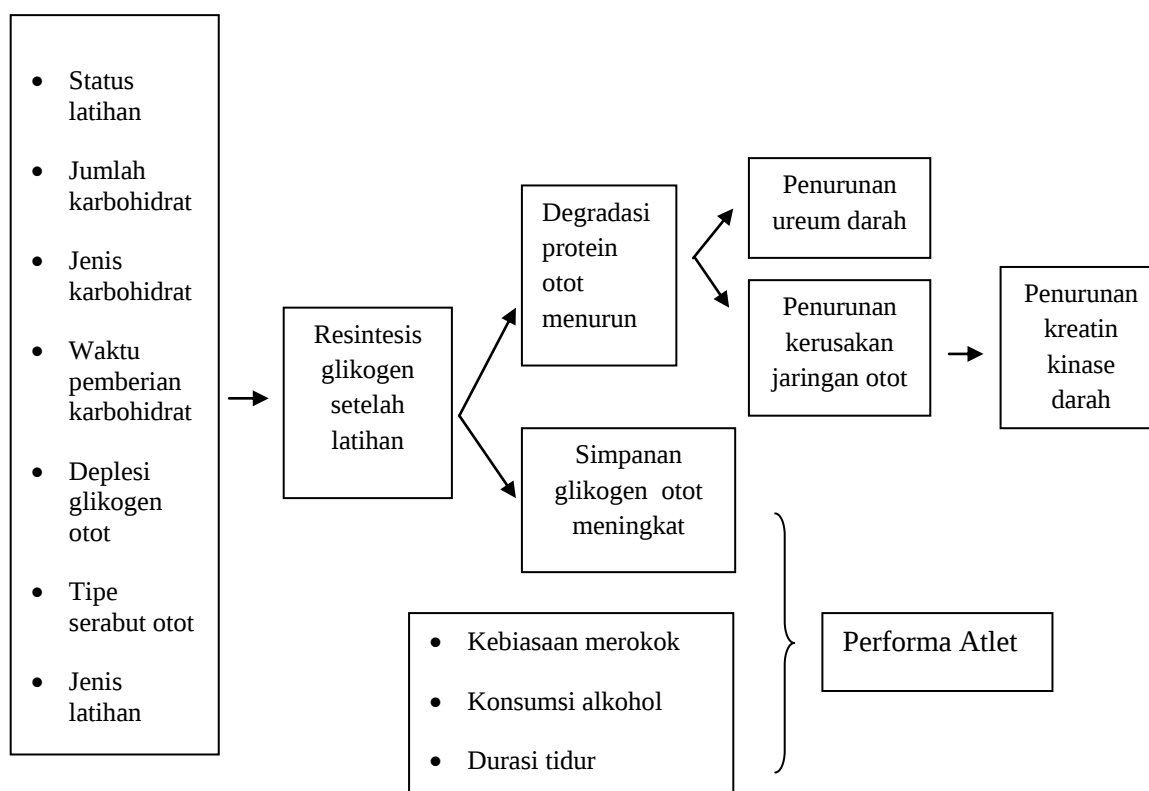
Keseimbangan elektrolit merupakan keseimbangan antara volume air dalam tubuh dan konsentrasi berbagai zat terlarut dalam cairan tubuh. Zat terlarut utama adalah natrium, kalium, kalsium, dan magnesium yang semuanya bermuatan positif atau kation (Bunn, 2014). Faktor seperti suhu, kelembaban tinggi, kecepatan angin berpengaruh terhadap kehilangan cairan tubuh dan garam (Saunders, *et al.*, 2005). Elektrolit secara fisiologi merupakan substansi penting yang mengontrol hidrasi tubuh, saraf, dan fungsi otot (Kronfeld, 2001).

Minuman olahraga yang dikenal dengan istilah *sport drink* dapat lebih bermanfaat bagi atlet dibandingkan air (Stefan, 2007 dalam Shalesh, *et al.*, 2014). Asupan cairan karbohidrat elektrolit dapat bermanfaat pada sistem (kardiovaskular, saraf pusat, dan otot atlet), meningkatkan performa, dan menurunkan stress fisiologis (Coyle, 2004). Hal ini sejalan dengan penelitian Shehata (2006) dalam Shalesh, *et al.*, (2014) bahwa asupan air saja tidak dapat mengganti kehilangan cairan lewat keringat karena tidak mengandung karbohidrat dan elektrolit seperti sodium dan pottasium.

Elektrolit sangat mudah hilang lewat keringat dan urin sehingga sangat penting untuk menggantinya (Bilzon, *et al.*, 2000; Gisolfi, *et al.*, 2001). Selain itu, penurunan konsentrasi sodium berkaitan dengan penurunan

latihan *endurance* dan kelelahan lebih cepat (Vrijens & Rehrer, 1999 dalam Shalesh, *et al.*, 2014). Sodium dan pottasium dapat menjaga tekanan darah dan denyut jantung lebih rendah dibandingkan konsumsi air (Taylor & Madeleine, 2008). Sodium, magnesium, kalsium, dan potasium juga dapat membantu sel untuk berfungsi normal, menjaga fungsi otot, fokus mental, dan pendinginan tubuh. Selain itu, minuman elektrolit berkarbohidrat juga dapat meningkatkan performa ketika diminum sebelum dan selama latihan intensitas tinggi setidaknya satu jam (Coyle, 2004).

2.11 Kerangka Teori



Gambar 2.7. Kerangka Teori

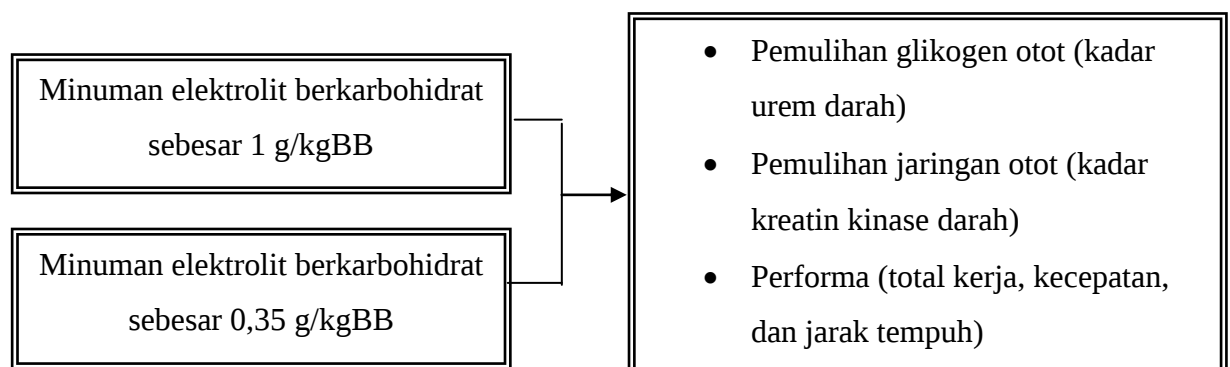
(Jentjens and Jeukendrup, 2003; Ivy, *et al.*, 1988; Van Loon, *et al.*, 2000; Derave, *et al.*, 2000; Vollestad, *et al.*, 1989; Gaster, *et al.*, 2000; Doyle, *et al.*, 1993; Widrick, *et al.*, 1993; Campbell, 2014; Brouns, 2002; Winaktu, 1998; Guyton and Hall, 2006; Mahan and Escott-Stump, 2008; Penggalih dan Huriyati, 2007)

BAB III

KERANGKA KONSEP, DEFINISI OPERASIONAL, DAN HIPOTESIS

3.1 Kerangka Konsep

Kerangka konsep penelitian eksperimental ini menjabarkan pengaruh intervensi berupa minuman elektrolit berkarbohidrat sebesar 1 g/kgBB dan 0,35 g/kgBB terhadap pemulihan glikogen otot, pemulihan jaringan otot, dan performa. Faktor-faktor yang memengaruhi resintesis glikogen otot selama masa pemulihan yang singkat adalah status latihan, jenis karbohidrat, waktu pemberian karbohidrat, jumlah karbohidrat, besarnya deplesi glikogen otot, tipe serabut otot, dan jenis latihan. Faktor yang memengaruhi performa yaitu kebiasaan merokok, konsumsi alkohol, dan durasi tidur. Faktor status latihan, jenis karbohidrat, waktu pemberian karbohidrat, besarnya deplesi glikogen otot, tipe serabut otot, jenis latihan dikontrol homogen. Seluruh responden bukan perokok, tidak mengonsumsi alkohol, dan lama durasi tidur seragam. Seluruh responden merupakan atlet dayung *rowing* terlatih berjenis kelamin laki-laki dengan rentang usia 18-30 tahun dengan status dan intensitas latihan yang sama. Selain itu, persen lemak tubuh dan status gizi atlet normal dan asupan makanan atlet pun seragam. Dengan demikian, satu-satunya faktor berbeda yang diteliti adalah jumlah karbohidrat yang diberikan.



Gambar 3.1 Kerangka Konsep Penelitian

3.2 Definisi Operasional

Untuk menghindari kesalahan pengukuran dan perbedaan persepsi maka dibutuhkan suatu definisi operasional dari masing-masing variabel tersebut yang meliputi definisi, cara ukur, alat ukur, hasil ukur, dan skala ukur. Definisi operasional dari seluruh variabel dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Definisi Operasional Penelitian

No.	Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Cara Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
1.	Kadar Ureum Darah	Kadar ureum darah yang diambil sebelum latihan I, sebelum perlakuan, dan setelah perlakuan (Winaktu, 1998; Vegge, <i>et al.</i> , 2012).	COBAS C111	Pengambilan sampel darah vena sebanyak 4 ml sebelum latihan I, sebelum perlakuan, dan setelah perlakuan.	Kadar ureum darah dalam mg/dL	Rasio
2.	Kadar Kreatin Kinase Darah	Kadar kreatin kinase darah yang diambil sebelum latihan I, sebelum perlakuan, dan setelah perlakuan (Winaktu, 1998).	Advia 1650/1800	Pengambilan sampel darah vena sebanyak 4 ml sebelum latihan I, sebelum perlakuan, dan setelah perlakuan.	Kadar kreatin kinase darah dalam μ /L	Rasio
3.	Kecepatan	Besarnya jarak tempuh yang dapat dicapai dalam satu menit selama melakukan latihan II.	Ergometer dayung	Atlet diminta untuk mendayung ergometer pada latihan II (ED Ergo 4x20 menit). Latihan dimulai dan dihentikan serentak. Setelah selesai, kecepatan yang tertera pada layar monitor ergometer dicatat.	Meter per sekon	Rasio

No.	Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Cara Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
4	Jarak tempuh	Total lintasan yang mampu ditempuh atlet selama melakukan latihan II	Ergometer dayung	Atlet diminta untuk mendayung ergometer pada latihan II (ED Ergo 4x20 menit). Latihan dimulai dan dihentikan serentak. Setelah selesai, jarak tempuh yang tertera di layar monitor ergometer dicatat.	Meter	Rasio
5	Total Kerja	Besarnya kekuatan yang dihasilkan selama mendayung ergometer	Ergometer dayung	Atlet diminta untuk mendayung ergometer pada latihan II (ED Ergo 4x20 menit). Latihan dimulai dan dihentikan serentak. Setelah selesai, total kerja yang tertera di layar monitor ergometer dicatat	Watt	Rasio
6	Konsumsi minuman elektrolit berkarbohidrat	Jumlah minuman elektrolit berkarbohidrat yang dikonsumsi	Minuman elektrolit berkarbohidrat yang mengandung karbohidrat sebanyak 1 g/kgBB atau 0,35 g/kgBB	Memberikan minuman elektrolit berkarbohidrat yang mengandung karbohidrat sebanyak 1 g/kgBB atau 0,35 g/kgBB segera setelah latihan I dan 2 jam berikutnya	1. Minuman elektrolit berkarbohidrat yang mengandung karbohidrat sebanyak 1 g/kgBB 2. Minuman elektrolit berkarbohidrat yang mengandung karbohidrat sebanyak 0,35 g/kgBB	Ordinal

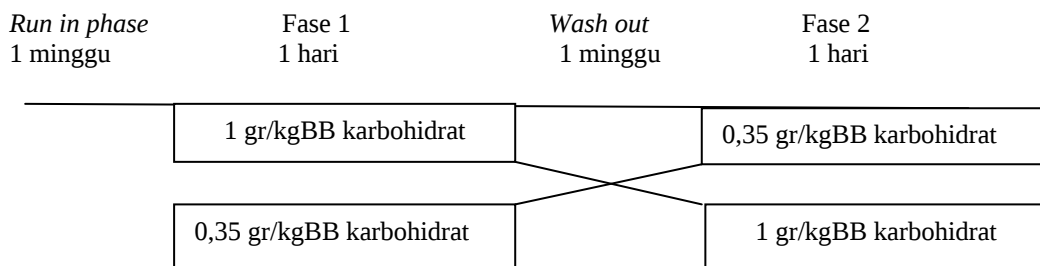
3.3 Hipotesis Penelitian

1. Penurunan kadar ureum darah setelah masa pemulihan pada kelompok perlakuan yang diberikan minuman elektrolit berkarbohidrat sebanyak 1 g/kgBB lebih tinggi dibandingkan kelompok yang diberikan minuman elektrolit berkarbohidrat sebanyak 0,35 g/kgBB.
2. Penurunan kadar kreatin kinase darah setelah masa pemulihan pada kelompok perlakuan yang diberikan minuman elektrolit berkarbohidrat sebanyak 1 g/kgBB lebih tinggi dibandingkan kelompok yang diberikan minuman elektrolit berkarbohidrat sebanyak 0,35 g/kgBB.
3. Performa (kecepatan, jarak tempuh, dan total kerja) lebih baik pada kelompok perlakuan yang diberikan minuman elektrolit berkarbohidrat sebanyak 1 g/kgBB dibandingkan kelompok yang diberikan minuman elektrolit berkarbohidrat sebanyak 0,35 g/kgBB.

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan desain studi eksperimental *single blind, cross over design* yaitu semua responden mengalami 2 perlakuan yaitu sebagai kelompok perlakuan dan kontrol dalam periode waktu yang berbeda. Penelitian ini dibagi menjadi empat fase dimulai dari fase *run-in* kemudian diikuti fase 1 dan fase 2. Dalam rancangan ini, selang antara fase 1 dan fase 2 diperlukan *wash out* untuk menghilangkan efek perlakuan pertama terhadap perlakuan berikutnya seperti pada gambar 4.1 berikut ini (Chow and Liu, 2004).



Gambar 4.1 Alur Penelitian

Keterangan:

Run in fase : - 1 minggu

- responden mengonsumsi makanan yang disediakan di kantin atlet
- responden melakukan latihan sesuai periodisasi latihan
- *food weighing* dan *food recall* selama 3 hari sebelum hari penelitian
- responden tidak diperbolehkan mengonsumsi semua jenis suplemen

Kelompok Perlakuan : - mengonsumsi minuman elektrolit berkarbohidrat sebanyak 1 gr/kgBB segera setelah latihan dan 2 jam berikutnya

- responden tidak diperbolehkan mengonsumsi makanan atau minuman apapun kecuali air putih selama masa pemulihan 4 jam

Kelompok kontrol : - mengonsumsi minuman elektrolit berkarbohidrat sebanyak 0,35 gr/kgBB segera setelah latihan dan 2 jam berikutnya

- responden tidak diperbolehkan mengonsumsi makanan atau minuman apapun kecuali air putih selama masa pemulihan 4 jam

Wash out : - 1 minggu

- responden mengonsumsi makanan yang disediakan di kantin atlet
- responden melakukan latihan sesuai periodisasi latihan
- *food weighing* dan *food recall* selama 3 hari sebelum hari penelitian
- responden tidak diperbolehkan mengonsumsi semua jenis suplemen

Penelitian ini merupakan penelitian *true experimental* dengan melakukan randomisasi untuk mengontrol variabel konfounding seperti umur, aktivitas fisik, dan asupan gizi. Pada penelitian ini kelompok yang diberikan intervensi utama disebut kelompok perlakuan sedangkan kelompok yang diberikan intervensi lain disebut kelompok kontrol. Kelompok perlakuan diberikan minuman elektrolit berkarbohidrat sebanyak 1 g/kgBB sedangkan kelompok kontrol diberikan minuman elektrolit berkarbohidrat 0,35 g/kgBB.

4.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan April 2015 di Pelatnas Atlet Dayung Indonesia, Pengalengan, Jawa Barat.

4.3 Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi target pada penelitian ini adalah seluruh atlet dayung nasional yang sedang berlatih di Pelatnas Atlet Dayung Nasional. Populasi studi adalah atlet dayung *rowing* laki-laki yang berusia 18-30 tahun yang akan diseleksi melalui kriteria inklusi dan eksklusi yang akan dikelompokkan ke dalam kelompok perlakuan dan kelompok kontrol.

4.3.1 Kriteria Inklusi

Kriteria inklusi dalam penelitian ini adalah:

1. Terlatih, yakni pada saat penelitian sudah dalam program latihan intensif dan teratur minimal selama 2 tahun.
2. Status gizi dan persen lemak tubuh normal.

4.3.2 Kriteria Eksklusi

Mengonsumsi suplemen atau *recovery nutrition* lain seminggu sebelum penelitian.

4.3.3 Kriteria Drop Out

1. Atlet mengalami sakit atau cedera selama penelitian berlangsung.
2. Atlet mengonsumsi suplemen selama penelitian berlangsung.

4.3.4 Besar Sampel

Besar sampel ditentukan dengan rumus *cross over* yaitu sebagai berikut:

$$\text{Persamaan 4.1} \quad n = 10,5 \left[\frac{Sd}{D} \right]^2$$

Keterangan:

n = besar sampel minimal

10,5 = β 90% dan α 5%

Sd = standar deviasi performa yaitu 11 menit

D = perbedaan atau efek yang diharapkan

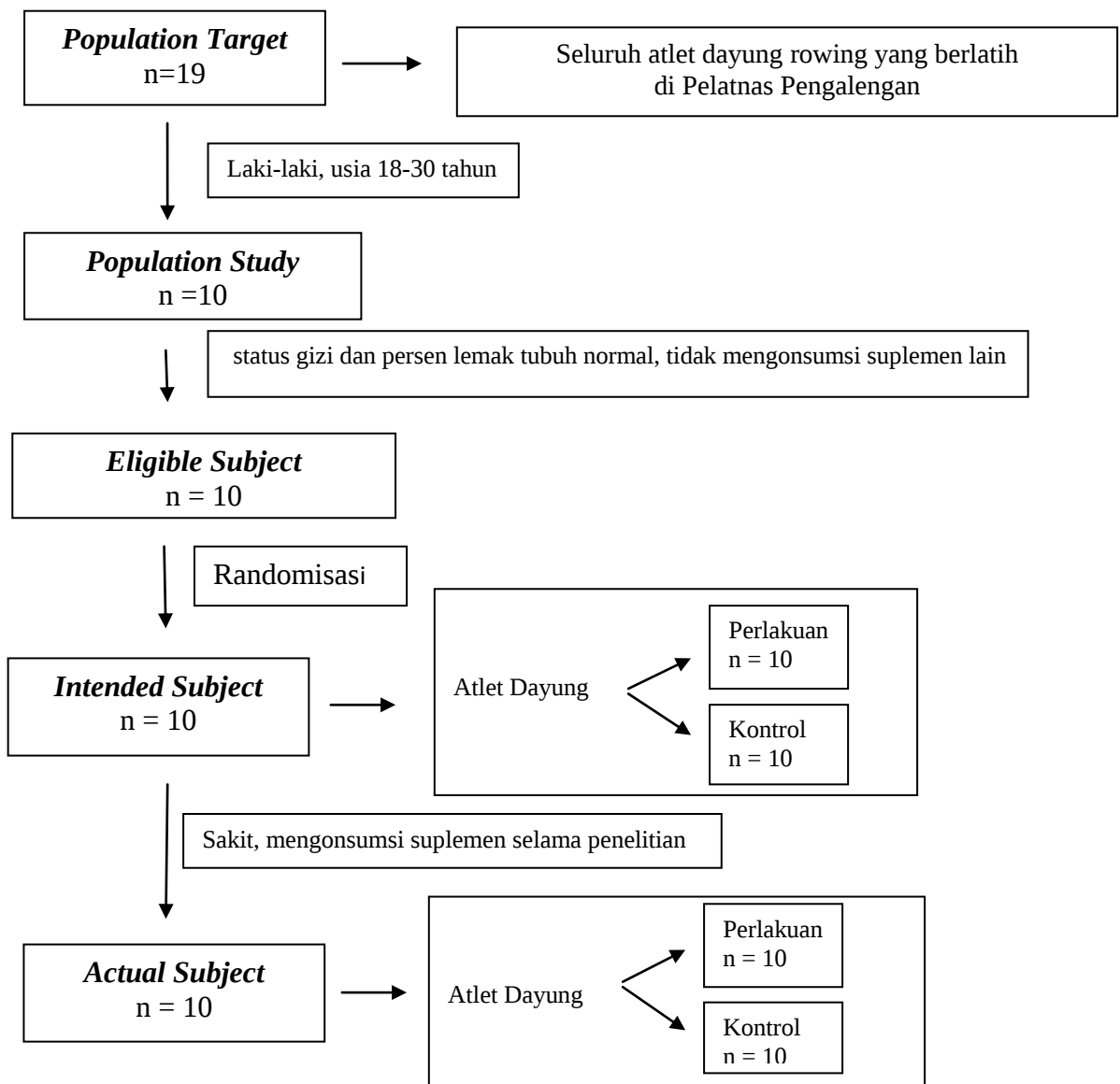
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Sampel

Variabel	Sd	μ_1	μ_2	n	Sumber
Ureum darah	7,89	36,91	27,96	8	Winaktu (1998)
Performa	0,65	58,74	60,15	2	Jeukendrup (1996)
Performa	0,97	14,55	13,02	4	Rahnama (2010)
Performa	11	166	178	9	Angus (2000)

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh besar sampel minimal yaitu 9 orang. Pada penelitian ini diambil seluruh sampel yang memenuhi kriteria inklusi yaitu sebanyak 10 orang. Dengan demikian, terdapat 10 perlakuan dan 10 kontrol. Pada penelitian ini dilakukan randomisasi dengan metode blok permutasi (*permuted blocks randomization*). Sampel seluruhnya berjumlah 10 orang yang akan dibagi ke dalam 2 perlakuan dengan blok responden yaitu kelompok karbohidrat 1 g/kgBB (A) dan kelompok karbohidrat 0,35 g/kgBB (B). Apabila muncul angka 0-4 dipilih perlakuan AB sedangkan jika muncul angka 5-9 dipilih perlakuan BA. Berdasarkan tabel acak (baris 5 kolom 1 ke kanan) angka yang muncul merupakan angka awal randomisasi yaitu sebagai berikut (Ariawan, 1998):

3	7	5	7	0	3
AB	BA	BA	BA	AB	AB

Berdasarkan hasil randomisasi diperoleh bahwa 2 responden pertama mendapatkan perlakuan A untuk responden pertama dan perlakuan B untuk responden kedua. Untuk 2 responden kedua mendapatkan perlakuan B untuk responden ke-3 dan perlakuan A untuk responden ke-4, dan seterusnya hingga 10 responden. Tahapan pengambilan sampel dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Tahapan Pengambilan Sampel

4.4 Pengumpulan Data

Data primer yang dikumpulkan selama penelitian ini terdiri dari data primer tercatat dan data primer langsung.

4.4.1 Data Primer Tercatat

Data primer tercatat yang dikumpulkan adalah gambaran Pelatnas Atlet Dayung Indonesia di Pengalengan, Jawa Barat.

4.4.2 Data Primer Langsung

Data primer yang langsung dikumpulkan meliputi data karakteristik responden (umur, berat badan, tinggi badan, persen lemak tubuh), kadar ureum dan kreatin kinase darah, dan asupan makanan. Pengumpulan data yang dilakukan sebagai berikut.

1. Pengukuran Kadar Ureum Darah

Pengukuran kadar ureum darah dilakukan melalui pengambilan 4 ml sampel darah responden sebanyak 3 kali, yakni sebelum latihan I, sebelum perlakuan, dan setelah perlakuan. Pengambilan sampel darah ureum dilakukan pada jam yang sama baik pada periode I maupun periode II. Pengambilan sampel darah ureum sebelum latihan I dilakukan pada pagi hari yaitu pukul 06.30 WIB dengan melakukan puasa sebelumnya sejak pukul 22.00 malam hari sebelum hari penelitian. Pengambilan sampel darah ureum sebelum perlakuan yaitu dilakukan pada pukul 08.30 WIB dan setelah perlakuan pada pukul 12.30 WIB.

2. Pengukuran Kadar Kreatin Kinase Darah

Pengukuran kadar kreatin kinase darah dilakukan melalui pengambilan 4 ml sampel darah responden sebanyak 3 kali, yakni sebelum latihan I, sebelum perlakuan, dan setelah perlakuan. Pengambilan sampel darah ureum dilakukan pada jam yang sama baik pada periode I maupun periode II. Pengambilan sampel darah ureum sebelum latihan I dilakukan pada pagi hari yaitu pukul 06.30 WIB dengan melakukan puasa sebelumnya sejak pukul 22.00 malam hari sebelum hari penelitian. Pengambilan sampel darah ureum sebelum perlakuan yaitu dilakukan pada pukul 08.30 WIB dan setelah perlakuan pada pukul 12.30 WIB.

3. Pengukuran Performa

Pengukuran performa (kecepatan, jarak tempuh, dan total kerja) dilakukan pada saat latihan II menggunakan ergometer dayung (ED Ergo 4x20 menit). Seluruh responden memulai dan menyelesaikan dayung ergo secara serentak.

Setelah latihan selesai, besarnya kecepatan, jarak tempuh, dan total kerja yang tertera pada layar monitor ergometer dicatat.

4. Pengukuran Status Gizi

Status gizi yang diukur dalam penelitian ini adalah indeks massa tubuh (IMT). Pengukuran IMT dilaksanakan sebelum penelitian eksperimen berlangsung, yakni dengan mengukur berat badan dan tinggi badan responden. Berat badan diukur menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,1 kg dan tinggi badan diukur dengan alat ukur microtoise dengan ketelitian 0,1 cm. Pengukuran berat badan juga dilakukan sebelum dan setelah latihan baik pada latihan I maupun pada latihan II. Hal ini dilakukan untuk mengetahui status hidrasi atlet dan berapa banyak jumlah cairan yang harus diminum setelah latihan.

5. Pengukuran Persen Lemak Tubuh

Pengukuran persen lemak tubuh dilakukan dengan menggunakan alat *Bioelectrical Impedance Analysis* (BIA). Responden diminta untuk menggenggam BIA hingga muncul angka yang menunjukkan persen lemak tubuh. Angka yang muncul kemudian dicatat.

6. Pengukuran Asupan Makanan

Pengukuran asupan makanan dilakukan dengan cara *food weighing* 3 hari sebelum hari penelitian. Makanan yang akan dimakan akan ditimbang dahulu dan sisa dari makanan tersebut juga ditimbang. Selain itu, juga dilakukan *recall* 24 jam selama 3 hari sebelum hari penelitian untuk memastikan bahwa asupan makanan yang diperoleh dari hasil *food weighing* sama dengan *food recall*. Hasil yang diperoleh dari pengukuran *food weighing* dan *recall* 24 jam akan dimasukkan ke dalam program Nutrisurvey untuk mengetahui asupan karbohidrat, protein, lemak, dan energi total dalam sehari.

4.4.3 Petugas Pengumpul Data

Penelitian ini dilakukan oleh peneliti sendiri dibantu oleh 1 orang mahasiswi Program Studi Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat peminatan Gizi Kesehatan Masyarakat, 2 orang pelatih dayung dan 3 petugas laboratorium Prodia cabang Purwakarta, Jawa Barat.

4.4.4 Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada table 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Instrument Penelitian

No	Alat	Fungsi
1	Lembar catatan	untuk mencatat hasil observasi dan pengukuran
2	COBAS C111 dan Advia 1650/1800	alat ukur mengukur kadar ureum darah dan kreatin kinase darah (prosedur terlampir)
3	Timbangan digital merk AND	untuk mengukur berat badan dengan ketelitian 0,1 kg
4	Microtoise	untuk mengukur tinggi badan dengan ketelitian 0,1 cm
5	<i>Bioelectrical Impedance Analysis</i> (BIA) merk Karada	untuk mengukur persen lemak tubuh
6	Timbangan digital merk Camry	untuk menimbang makanan
7	Perahu dayung dan ergometer dayung merk <i>Concept 2</i>	untuk latihan mendayung
8	Jam	untuk menentukan waktu pengambilan sampel darah dan pemberian minuman karbohidrat elektrolit
9	Minuman elektrolit berkarbohidrat	minuman yang diberikan kepada responden dengan kandungan karbohidrat sebanyak 1 gr/kgBB atau 0,35 g/kgBB
10	Botol minuman	untuk menyimpan minuman elektrolit berkarbohidrat

4.5 Pelaksanaan Penelitian

Secara umum pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada gambar 4.3 dengan penjelasan sebagai berikut:

4.5.1 Persiapan

Sebelum perlakuan, peneliti melakukan hal-hal sebagai berikut yaitu:

1. Mengurus perizinan penelitian dan permohonan tes laboratorium kepada Pengurus Besar Persatuan Olahraga Dayung Seluruh Indonesai (PB PODSI). Setelah proposal tersusun, peneliti mengajukan kaji etik ke Unit Riset dan Pengabdian Masyarakat (URPM) FKM UI.
2. Setelah mendapatkan izin dari PB PODSI, peneliti melakukan survei lokasi dan mengumpulkan data seperti nama atlet, umur, jadwal latihan, dan gambaran umum pelatnas dayung.
3. Melakukan pertemuan dengan responden, pelatih, dan petugas lainnya yang ikut membantu dalam penelitian ini. Pada pertemuan ini dijelaskan secara rinci terkait penelitian yang akan dilakukan seperti tujuan, manfaat, prosedur penelitian, dan efek samping yang mungkin timbul akibat perlakuan yang diberikan. Beberapa prosedur penelitian yang harus dilakukan oleh responden sebelum masa perlakuan diantaranya:
 - a. Responden diminta untuk menjaga aktivitas fisik yang seragam (sesuai jadwal latihan). Sehari sebelum penelitian responden diminta untuk tidak melakukan aktivitas fisik yang berat.
 - b. Responden diminta untuk menjaga asupan makanan yang sama selama 3 hari sebelum hari penelitian.
4. Responden diminta untuk menandatangani persetujuan secara tertulis (*inform consent*) yang berisi pernyataan kesediaan responden untuk mengikuti penelitian dan sewaktu-waktu berhak untuk mengundurkan diri dari penelitian.
5. Melakukan pengukuran antropometri yakni berat badan, tinggi badan, dan persen lemak tubuh responden.

4.5.2 Periode Eksperimen 1

1. Sebelum Latihan I

Sebelum latihan, seluruh responden ditimbang dahulu berat badannya dan diambil sampel darahnya (kadar ureum dan kreatin kinase darah). Setelah itu, seluruh responden melakukan pemanasan sebelum latihan.

2. Masa Latihan I

Setelah melakukan pemanasan, seluruh responden melakukan latihan I (ED Boat 5x15 menit) selama ± 75 menit untuk menurunkan cadangan glikogen otot. Selama latihan, atlet hanya diperbolehkan minum air putih.

3. Setelah Latihan I/Masa Pemulihan

Segera setelah latihan, responden ditimbang berat badannya dan diambil sampel darahnya (kadar ureum dan kreatin kinase darah). Setelah seluruh responden diambil darahnya maka secara serentak responden diminta untuk minum minuman elektrolit berkarbohidrat. Responden diminta untuk minum minuman elektrolit berkarbohidrat sebanyak dua kali yaitu segera setelah latihan I dan 2 jam setelah latihan I. Selama masa pemulihan, responden tidak diperbolehkan mengonsumsi makanan atau minuman apapun selain air putih dan tidak melakukan aktivitas berat. Aktivitas yang diperbolehkan hanya duduk, membaca, mendengarkan musik, dan bercengkerama. Berikut ini adalah tabel 4.3 mengenai kandungan minuman elektrolit berkarbohidrat yang diberikan kepada responden. Minuman karbohidrat yang diberikan yaitu kemasan *sachet* jenis sukrosa sebanyak 70 gram untuk kelompok perlakuan dan 24,5 gram untuk kelompok kontrol yang dilarutkan dalam 500 ml air.

Tabel 4.3 Kandungan Minuman Elektrolit Berkarbohidrat yang Diberikan

Minuman Karbohidrat 1 g/kg BB Untuk Kelompok Perlakuan		Minuman Karbohidrat 0,35 g/kgBB Untuk Kelompok Kontrol	
Energi	280 kkal	Energi	98 kkal
Karbohidrat	70 gram	Karbohidrat	24,5 gram
Na ⁺	21 mmol/L	Na ⁺	21 mmol/L
K ⁺	5 mmol/L	K ⁺	5 mmol/L
Ca ²⁺	1 mmol/L	Ca ²⁺	1 mmol/L
Mg ²⁺	0,5 mmol/L	Mg ²⁺	0,5 mmol/L
Cl ⁻	16 mmol/L	Cl ⁻	16 mmol/L

4. Sebelum Latihan II

Empat jam setelah masa pemulihan, responden diambil sampel darahnya (kadar ureum dan kreatin kinase darah). Setelah itu, melakukan persiapan dan pemanasan untuk latihan II.

5. Masa Latihan II

Latihan II (ED Ergo 4x20 menit) menggunakan dayung ergometer selama ± 80 menit. Selama latihan, atlet hanya diperbolehkan minum air putih. Pada saat latihan II performa (kecepatan, jarak tempuh, dan total kerja) dicatat.

6. Setelah Latihan II

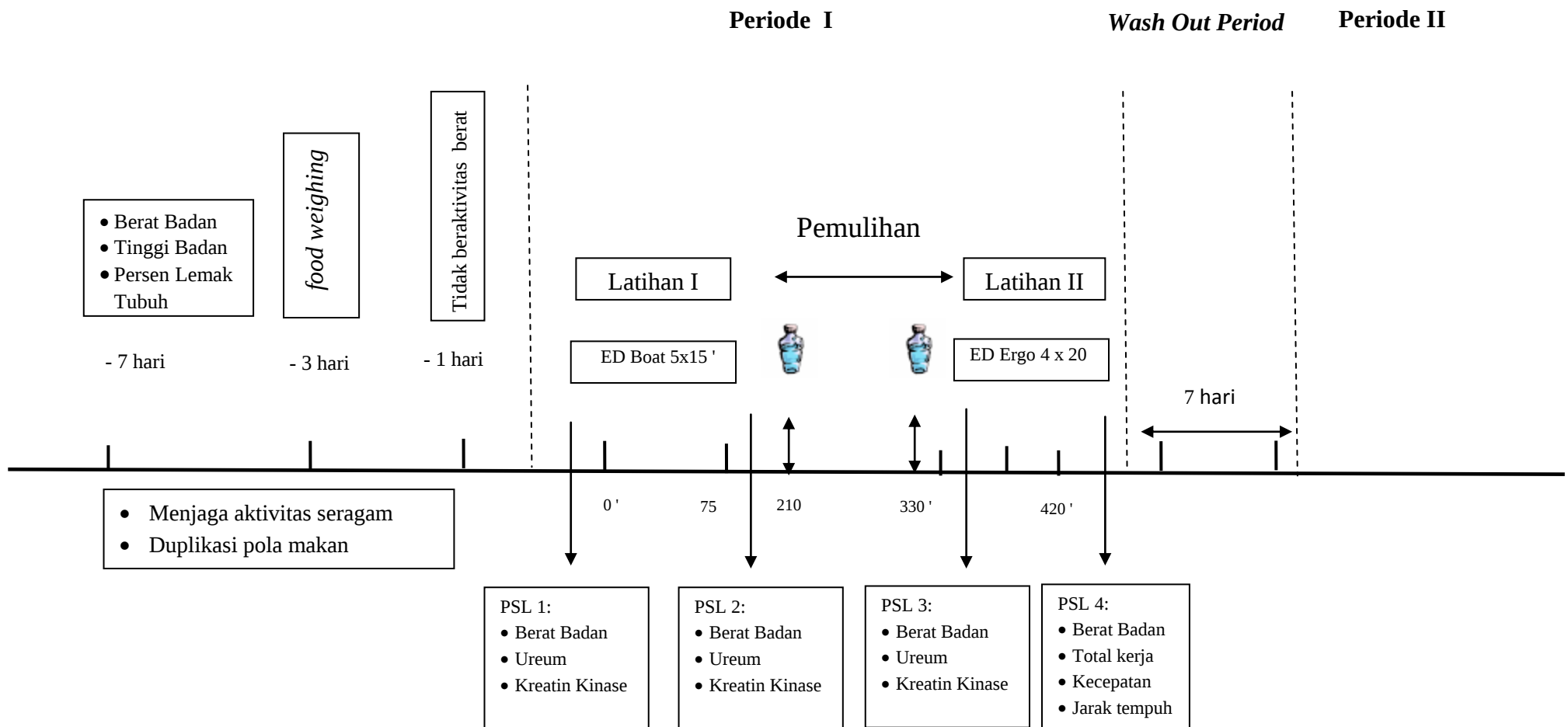
Segera setelah latihan, responden ditimbang berat badannya.

4.5.3 Periode Wash Out

Periode *wash out* pada penelitian ini yaitu selama 7 hari antara periode eksperimen 1 dengan periode eksperimen 2 dikarenakan responden harus menduplikasi pola latihan yang sama tepat 7 hari berikutnya. Pada atlet dayung periodisasi latihan berulang setiap satu minggu. Dengan demikian, jika waktu *wash out* selama 7 hari maka atlet akan menjalani latihan dengan volume dan intensitas latihan yang sama sehingga penggunaan jumlah kalori dan teknik sama.. Selain itu, nilai ureum akan mencapai puncaknya pada 24-48 jam (Vegge, *et al.*, 2012) dan kembali normal setelah 3 hari (Mayo Clinic, 2013). Aktivitas kreatin kinase akan mencapai puncaknya setelah 12-24 jam dan kembali normal setelah 3-4 hari (Mayo Clinic, 2015). Dengan demikian, 7 hari sudah cukup untuk periode *wash out*. Selama periode ini, responden melakukan aktivitas fisik dan pola makan yang sama seperti menjelang periode eksperimen 1 dan tanpa diberikan perlakuan apapun.

4.5.4 Periode Eksperimen 2

Dengan menggunakan rancangan eksperimental *cross over* maka pada periode eksperimen 2 responden mengulangi protokol yang sama dengan periode eksperimen 1. Periode eksperimen 2 ini dilakukan seminggu setelah eksperimen 1. Responden yang ketika periode eksperimen 1 mendapatkan minuman elektrolit berkarbohidrat sebanyak 1 g/kgBB maka pada periode eksperimen 2 responden tersebut akan mendapatkan minuman elektrolit berkarbohidrat sebanyak 0,35 g/kgBB. Begitu pula sebaliknya.



Keterangan:

Skema penelitian pada periode II = periode I

PSL : Pengukuran Saat Latihan

Gambar 4.3 Skema Penelitian

4.6 Manajemen Data

Data yang diperoleh kemudian diolah melalui tahap pengolahan data, penyuntingan, entri data, dan pembersihan. Pengolahan data pada penelitian ini dilakukan menurut variabel-variabel yang ada sebagai berikut.

4.6.1 Pengolahan Data

Hasil pengukuran kadar ureum darah berupa angka dalam satuan mg/dL sedangkan kadar kreatin kinase darah dalam satuan μ /L. Data tinggi badan dan berat badan dikalkulasikan dengan rumus untuk menentukan IMT. Data asupan makanan diolah menggunakan program nutrisurvey.

4.6.2 Penyuntingan Data

Penyuntingan data dilakukan sebelum proses pemasukan data. Penyuntingan ini dilakukan agar data yang salah atau meragukan dapat ditanyakan kembali kepada responden yang bersangkutan.

4.6.3 Data Entri

Data yang telah dimasukkan ke dalam lembar entri data kemudian dimasukkan ke dalam program pengolah data.

4.6.4 Pembersihan Data

Pembersihan data dilakukan untuk mencegah adanya kesalahan pada tahap pengolahan data selanjutnya.

4.7 Analisis Data

Analisis data yang dilakukan yakni analisis univariat dan analisis bivariat.

4.7.1 Analisis Univariat

Analisis univariat merupakan gambaran variabel yang akan diteliti. Analisis ini digunakan untuk mendapatkan gambaran pada masing-masing variabel yang diteliti yaitu kadar ureum darah, kadar kreatin kinase darah,

IMT, persen lemak tubuh, asupan (energi, karbohidrat, protein, dan lemak), dan performa (kecepatan, total kerja, dan jarak tempuh).

4.7.2 Analisis Bivariat

Analisis bivariat dilakukan untuk membuktikan ada tidaknya pengaruh pemberian minuman elektrolit berkarbohidrat terhadap kadar ureum dan kreatin kinase darah pada kedua kelompok. Jenis analisis statistik yang digunakan untuk membuktikan pengaruh tersebut adalah uji t dependen. Selanjutnya, apabila terdapat pengaruh maka dilakukan analisis lanjutan dengan uji t independen untuk melihat perbedaan pengaruh tersebut. Untuk analisis performa maka dilakukan uji t independen. Sebelumnya dilakukan uji normalitas untuk melihat apakah data terdistribusi normal atau tidak. Jika data tidak terdistribusi normal maka dilakukan uji Wilcoxon dan uji *Mann-Whitney* (Hastono, 2007).

4.8 Kode Etik Penelitian

Penelitian ini telah diajukan ke Komisi Ahli Riset dan Etik Riset FKM UI dan telah dinyatakan lulus sidang kaji etik pada tanggal 13 April 2015 (terlampir). Setiap responden dalam penelitian ini berhak untuk mengundurkan diri sewaktu-waktu jika mereka mengalami efek samping dari perlakuan yang diberikan.

BAB V

HASIL PENELITIAN

5.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Pelatihan Nasional (Pelatnas) atlet dayung *rowing* Indonesia berada di kawasan Situ Cileunca, Desa Warnasari, Kecamatan Pengalengan, Jawa Barat. Atlet dayung *rowing* yang berlatih di pelatnas ini merupakan atlet dayung nasional yang dipersiapkan untuk mengikuti perlombaan tingkat regional maupun internasional. Pada tahun 2015 ini atlet *rowing* dipersiapkan untuk SEA GAMES XXVIII di Singapura Bulan Juni tahun 2015 dan telah menghasilkan 8 medali emas.

Fasilitas Pelatnas dayung *rowing* terdiri tiga rumah untuk atlet laki-laki, satu rumah untuk atlet perempuan, satu dapur dan kantin, satu gudang perahu, dan tempat latihan mendayung di Situ Cileunca. Gudang perahu digunakan untuk tempat menyimpan perahu, dayung, *rowing* ergometer, dan alat latihan beban. Selain itu, gudang perahu juga digunakan untuk tempat latihan *rowing* ergometer dan latihan *power endurance weightlifting*. Atlet laki-laki tinggal di tiga rumah. Satu rumah laki-laki terletak di sebelah rumah perempuan dan dua rumah lainnya terletak tidak jauh dari rumah perempuan. Rumah atlet perempuan terdiri dari 6 kamar yang dapat ditempati oleh 2 atlet tiap kamarnya. Dapur dan kantin terdapat di lantai bawah rumah atlet perempuan. Ketika waktu makan maka kantin tersebut digunakan oleh seluruh atlet baik laki-laki maupun perempuan. Siklus menu yang digunakan adalah siklus menu tujuh hari. Akan tetapi, ahli gizi tidak memantau secara ketat kebutuhan energi atlet.

Tempat latihan dayung atau latihan di air cukup jauh dari rumah atlet yaitu sekitar 1,5 km. Atlet berlatih sebanyak 16 kali dalam seminggu. Latihan air yang dijalani atlet yaitu latihan mendayung sejauh 20 km untuk atlet laki-laki dan 18 km untuk atlet perempuan. Latihan air dilakukan biasanya pada pagi hari. Pada siang atau sore harinya, atlet melakukan latihan kekuatan dayung dengan alat *rowing* ergometer atau latihan *endurance weightlifting*.

5.2 Analisis Univariat

Analisis univariat dilakukan untuk memaparkan distribusi usia, berat badan, tinggi badan, indeks massa tubuh (IMT), persen lemak tubuh, asupan makanan, kadar ureum darah, dan kadar kreatin kinase darah. Data yang telah dikumpulkan diuji kenormalan distribusinya menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*, nilai *skewness*, atau melihat histogram distribusi data. Variabel-variabel yang telah dikumpulkan digambarkan sebagai berikut:

5.2.1 Karakteristik Responden

Penelitian ini dilakukan pada 10 orang atlet dayung *rowing* laki-laki. Data karakteristik responden meliputi usia, berat badan, tinggi badan, indeks massa tubuh, dan persen lemak tubuh disajikan pada tabel 5.1.

Tabel 5.1 Distribusi Responden Berdasarkan Karakteristik Pada Atlet Dayung Rowing Nasional Laki-laki Tahun 2015

Variabel	Rata-rata $\pm$ SD	Min-Max
Usia (tahun)	23,00 $\pm$ 3,91	18 – 28
Berat Badan (kg)	74,98 $\pm$ 6,07	69,6 – 86,0
Tinggi Badan (cm)	178,51 $\pm$ 6,14	170,8 – 191,5
Indeks Massa Tubuh (kg/m ²)	23,50 $\pm$ 0,87	21,92 – 24,81
Persen Lemak Tubuh (%)	18,22 $\pm$ 2,11	14,80 – 21,50

5.2.2 Asupan Makanan

Data asupan makanan yang dikumpulkan meliputi data energi total (kkal), karbohidrat (gram), lemak (gram), dan protein (gram). Hasil perhitungan asupan energi, karbohidrat, protein, dan lemak disajikan pada tabel 5.2. Setelah dilakukan uji statistik diketahui bahwa tidak ada perbedaan bermakna ($p > 0,05$) asupan energi, karbohidrat, protein, dan lemak antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol baik pada periode I maupun periode II.

Tabel 5.2 Rata-rata Asupan Makanan pada Atlet Dayung Rowing Nasional Laki-laki Tahun 2015

Variabel	Periode I		Periode II	
	Kelompok Perlakuan	Kelompok Kontrol	Kelompok Perlakuan	Kelompok Kontrol
Energi (kkal)	3769,92 ± 67,04	3602,17 ± 195,98	3584,95 ± 215,57	3853,70 ± 289,70
Karbohidrat (g)	509,43 ± 31,32	483,58 ± 43,52	479,96 ± 64,65	517,56 ± 27,23
Protein (g)	157,99 ± 20,92	150,80 ± 18,11	141,77 ± 17,81	155,24 ± 18,01
Lemak (g)	117,79 ± 14,81	114,75 ± 16,83	119,44 ± 21,93	126,65 ± 17,92

Ket: Asupan antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol pada periode I tidak berbeda bermakna
Asupan antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol pada periode II tidak berbeda bermakna

5.2.3 Perubahan Berat Badan Saat Latihan

Rata-rata berat badan sebelum dan setelah latihan dapat dilihat pada tabel 5.3. Pada tabel 5.3 diketahui bahwa rata-rata berat badan setelah latihan berkurang sekitar 1 kg. Latihan I adalah latihan di air (ED Boat) sedangkan latihan II adalah latihan ergometer.

Tabel 5.3 Rata-rata Berat Badan Sebelum dan Sesudah Latihan I dan II pada Atlet Dayung Rowing Nasional Laki-laki Tahun 2015

Variabel	Periode I		Periode II	
	Kelompok Perlakuan (kg)	Kelompok Kontrol (kg)	Kelompok Perlakuan (kg)	Kelompok Kontrol (kg)
Berat Badan Sebelum Latihan I	73,46 ± 2,99	76,50 ± 8,24	76,52 ± 8,31	73,38 ± 3,01
Berat Badan Setelah Latihan I	72,50 ± 3,03	75,36 ± 8,36	75,20 ± 8,51	72,14 ± 3,10
Perubahan Berat Badan	-0,96 ± 0,27	-1,14 ± 0,15	-1,32 ± 0,23	-1,24 ± 0,15
Berat Badan Sebelum Latihan II	73,44 ± 3,00	76,52 ± 8,26	76,52 ± 8,31	73,50 ± 3,05
Berat Badan Setelah Latihan II	72,62 ± 2,99	75,42 ± 8,36	75,24 ± 8,49	72,44 ± 2,97
Perubahan Berat Badan	-0,82 ± 0,20	-1,10 ± 0,10	-1,28 ± 0,24	-1,06 ± 0,25

5.2.4 Kadar Ureum Darah

Kadar ureum darah diukur sebanyak 3 kali yaitu sebelum latihan I, sebelum perlakuan, dan setelah perlakuan. Kadar ureum sebelum dan setelah perlakuan yaitu kadar ureum sebelum dan

setelah diberikan minuman elektrolit berkarbohidrat. Secara rinci hasil pengukuran kadar ureum darah dapat dilihat pada tabel 5.4.

Tabel 5.4 Distribusi Responden Berdasarkan Kadar Ureum Darah pada Atlet Dayung Rowing Nasional Laki-laki Tahun 2015

Variabel	n	Kelompok Perlakuan (mg/dL)	Kelompok Kontrol (mg/dL)
Ureum Sebelum Latihan I	10	35,70 ± 6,16	34,90 ± 6,74
Ureum Sebelum Perlakuan	10	35,30 ± 5,71	35,50 ± 6,39
Ureum Setelah Perlakuan	10	32,80 ± 4,87	34,70 ± 6,32

5.2.5 Kadar Kreatin Kinase Darah

Kadar kreatin kinase darah diukur sebanyak 3 kali yaitu sebelum latihan I, sebelum perlakuan, dan setelah perlakuan. Kadar kreatin kinase sebelum dan setelah perlakuan yaitu kadar kreatin kinase sebelum dan setelah diberikan minuman elektrolit berkarbohidrat. Secara rinci hasil pengukuran kadar kreatin kinase darah dapat dilihat pada tabel 5.5.

Tabel 5.5 Distribusi Responden Berdasarkan Kadar Kreatin Kinase Darah pada Atlet Dayung Rowing Nasional Laki-laki Tahun 2015

Variabel	n	Kelompok Perlakuan (μ/L)	Kelompok Kontrol (μ/L)
KK Sebelum Latihan I	10	367,20 ± 182,27	341,50 ± 173,65
KK Sebelum Perlakuan	10	474,20 ± 272,09	437,20 ± 242,82
KK Setelah Perlakuan	10	421,30 ± 197,17	438,00 ± 247,09

Ket: KK = Kreatin Kinase

5.3 Analisis Bivariat

5.3.1 Kadar Ureum Darah Sebelum Latihan I dan Sebelum Perlakuan

Kadar ureum darah sebelum dan sesudah latihan I dapat dilihat pada tabel 5.6 berikut. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa kadar ureum darah sebelum latihan I dan sebelum perlakuan

tidak berbeda bermakna antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol ($P \text{ value} > 0,05$).

Tabel 5.6 Kadar Ureum Darah Sebelum Latihan I dan Sebelum Perlakuan pada Atlet Dayung Rowing Nasional Laki-laki Tahun 2015

Variabel	n	Kelompok Perlakuan (mg/dL)	Kelompok Kontrol (mg/dL)	P- value
Ureum Sebelum Latihan I	10	35,70 ± 6,16	34,90 ± 6,74	0,392
Ureum Sebelum Perlakuan	10	35,30 ± 5,71	35,50 ± 6,39	0,471

a. Kadar Ureum Darah Sebelum Latihan 1

Rata-rata kadar ureum darah sebelum latihan I pada kelompok perlakuan yaitu 35,70 mg/dL sedangkan pada kelompok kontrol sebesar 34,90 mg/dL. Setelah dilakukan uji statistik didapatkan tidak ada perbedaan yang signifikan kadar ureum darah sebelum latihan I pada kedua kelompok dengan $p \text{ value}$ 0,392.

b. Kadar Ureum Darah Sebelum Perlakuan

Rata-rata kadar ureum darah sebelum perlakuan pada kelompok perlakuan yaitu 35,30 mg/dL sedangkan pada kelompok kontrol sebesar 35,50 mg/dL. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan kadar ureum darah sebelum perlakuan pada kedua kelompok dengan $p \text{ value}$ 0,471.

5.3.2 Kadar Kreatin Kinase Darah Sebelum Latihan I dan Sebelum Perlakuan

Kadar kreatin kinase darah sebelum latihan I dan sebelum perlakuan dapat dilihat pada tabel 5.7 berikut.

Tabel 5.7 Kadar Kreatin Kinase Darah Sebelum Latihan I dan Sebelum Perlakuan pada Atlet Dayung Rowing Nasional Laki-laki Tahun 2015

Variabel	n	Kelompok Perlakuan (μ/L)	Kelompok Kontrol (μ/L)	P- value
KK Sebelum Latihan I	10	367,20 $\pm$ 182,27	341,50 $\pm$ 173,65	0,375
KK Sebelum Perlakuan	10	474,20 $\pm$ 272,09	437,20 $\pm$ 242,82	0,376

Ket: KK= Kreatin Kinase

a. Kadar Kreatin Kinase Darah Sebelum Latihan I

Rata-rata kadar kreatin kinase darah sebelum latihan I pada kelompok perlakuan yaitu sebesar 367,20 μ/L sedangkan pada kelompok kontrol sebesar 341,50 μ/L . Setelah dilakukan uji statistik didapatkan tidak ada perbedaan yang signifikan kadar kreatin kinase darah awal pada kedua kelompok dengan *p value* 0,375.

b. Kadar Kreatin Kinase Darah Sebelum Perlakuan

Rata-rata kadar kreatin kinase darah sebelum perlakuan pada kelompok perlakuan yaitu 474,20 μ/L sedangkan pada kelompok kontrol sebesar 437,20 μ/L . Hasil uji statistik menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan kadar kreatin kinase darah sebelum perlakuan pada kedua kelompok dengan *p value* 0,376.

5.3.3 Pengaruh Pemberian Minuman Elektrolit Berkarbohidrat Terhadap Kadar Ureum Darah

Untuk melihat pengaruh pemberian minuman elektrolit berkarbohidrat terhadap kadar ureum darah maka dilakukan uji statistik menggunakan uji *t* dependen. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa kadar ureum darah mengalami penurunan secara signifikan setelah diberikan perlakuan pada kedua kelompok. Akan tetapi, penurunan kadar ureum darah lebih tinggi pada kelompok perlakuan yaitu sebesar 7,1% dibandingkan

kelompok kontrol hanya sebesar 2,25%. Secara lebih rinci dapat dilihat pada tabel 5.8.

Tabel 5.8 Pengaruh Pemberian Minuman Elektrolit Berkarbohidrat Terhadap Kadar Ureum Darah pada Atlet Dayung Rowing Nasional Laki-laki Tahun 2015

Variabel	Kelompok	n	Rata-rata $\pm$ SD	% Penurunan	P- value
KUD I	Perlakuan	10	35,30 $\pm$ 5,71	7,1 %	0,001
KUD II		10	32,80 $\pm$ 4,87		
KUD I	Kontrol	10	35,50 $\pm$ 6,39	2,25 %	0,043
KUD II		10	34,70 $\pm$ 6,32		

Ket: KUD I = kadar ureum darah sebelum perlakuan
KUD II = kadar ureum darah setelah perlakuan

Untuk melihat perbedaan pengaruh pemberian minuman elektrolit berkarbohidrat terhadap kadar ureum darah pada kedua kelompok dilakukan uji statistik menggunakan uji t independen. Hasil uji statistik menunjukkan ada perbedaan pengaruh pada kedua kelompok secara signifikan dengan *p value* 0,016. Secara lebih jelas dapat dilihat pada tabel 5.9.

Tabel 5.9 Perbedaan Pengaruh Pemberian Minuman Elektrolit Berkarbohidrat Terhadap Kadar Ureum Darah pada Atlet Dayung Rowing Nasional Laki-laki Tahun 2015

Variabel	Kelompok	n	Rata-rata $\pm$ SD	P- value
Penurunan KUD	Perlakuan	10	-2,50 $\pm$ 1,90	0,016
	Kontrol	10	-0,80 $\pm$ 1,31	

Ket: KUD = kadar ureum darah

5.3.4 Pengaruh Pemberian Minuman Elektrolit Berkarbohidrat Terhadap Kadar Kreatin Kinase Darah

Untuk melihat pengaruh pemberian minuman elektrolit berkarbohidrat terhadap kadar kreatin kinase darah maka dilakukan uji statistik menggunakan uji t dependen. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa kadar kreatin kinase darah mengalami penurunan secara signifikan sebesar 11,16% setelah diberikan

perlakuan pada kelompok perlakuan. Akan tetapi, kadar kreatin kinase meningkat sebesar 0,18% pada kelompok kontrol. Secara lebih rinci dapat dilihat pada tabel 5.10.

Tabel 5.10 Pengaruh Pemberian Minuman Elektrolit Berkarbohidrat Terhadap Kadar Kreatin Kinase Darah pada Atlet Dayung Rowing Nasional Laki-laki Tahun 2015

Variabel	Kelompok	n	Rata-rata $\pm$ SD	% Perubahan	P- value
KKD I	Perlakuan	10	474,20 $\pm$ 272,09	Turun 11.16 %	0,0425
KKD II		10	421,30 $\pm$ 197,17		
KKD I	Kontrol	10	437,20 $\pm$ 242,82	Naik 0.18%	0,4810
KKD II		10	438,00 $\pm$ 247,09		

Ket: KKD I = kreatin kinase darah sebelum perlakuan

KKD II = kreatin kinase darah setelah perlakuan

5.3.5 Pengaruh Pemberian Minuman Elektrolit Berkarbohidrat Terhadap Performa

Pada tabel 5.11 terlihat bahwa performa pada kelompok perlakuan lebih baik dibandingkan kelompok kontrol. Akan tetapi, untuk melihat perbedaan pengaruh pemberian minuman elektrolit berkarbohidrat terhadap performa dilakukan uji statistik yaitu uji t independen. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan pengaruh pemberian minuman elektrolit berkarbohidrat terhadap performa (p value $>$ 0,05). Secara lebih rinci dapat dilihat pada tabel 5.11.

Tabel 5.11 Pengaruh Pemberian Minuman Elektrolit Berkarbohidrat Terhadap Performa Pada Atlet Dayung Rowing Nasional Laki-laki Tahun 2015

Variabel	Kelompok	n	Rata-rata $\pm$ SD	P value
Kecepatan	Perlakuan	10	4,3694 $\pm$ 0,06	0,455
	Kontrol	10	4,3661 $\pm$ 0,06	
Jarak Tempuh	Perlakuan	10	5244,01 $\pm$ 80,05	0,452
	Kontrol	10	5239,79 $\pm$ 76,40	
Total Kerja	Perlakuan	10	233,95 $\pm$ 10,96	0,199
	Kontrol	10	229,90 $\pm$ 9,95	

BAB VI PEMBAHASAN

6.1 Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan dalam penelitian ini adalah cara pengukuran simpanan glikogen otot. Pada penelitian ini, digunakan pengukuran kadar ureum darah yang menjadi indikator tidak langsung kembalinya cadangan glikogen. Cara yang paling baik untuk melihat simpanan glikogen adalah dengan cara biopsi atau setidaknya dengan melihat respon insulin darah. Akan tetapi, kedua cara tersebut tidak dapat dilakukan. Biopsi dapat merusak jaringan sedangkan respons insulin bersifat invasif karena memerlukan pengambilan darah hingga 10 kali.

6.2 Hasil Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Pusat Pelatihan Nasional Atlet Dayung Rowing, Pengalengan, Jawa Barat. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran berat badan, tinggi badan, persen lemak tubuh, pemberian minuman elektrolit berkarbohidrat, pengukuran asupan makanan, pengukuran performa, dan pengukuran kadar ureum dan kreatin kinase darah.

6.2.1 Karakteristik Responden

Seluruh responden berjumlah 10 orang dengan rentang usia yaitu 18-28 tahun dengan rata-rata usia yaitu 23 tahun. Puncak performa atlet akan dicapai pada usia 25-35 tahun (<http://www.faqs.org>). Sementara menurut Kenney, Wilmore, and Costill (2012), puncak kapasitas aerobik (VO_2 max) dicapai pada saat seseorang berusia 17-21 tahun sedangkan kekuatan otot maksimal dicapai pada usia 25-35 tahun. Peningkatan usia akan diiringi oleh penurunan massa otot yang akan menurunkan kemampuan otot untuk berkontraksi dan menurunkan kapasitas aerobik. Kehilangan massa otot paling parah ketika menjelang usia 40 tahun (<http://www.pponline.co.uk>; Kenney, Wilmore, and

Costill, 2012). Setelah usia 40 tahun, performa akan menurun sekitar 2% per tahun sampai usia 80 tahun (<http://www.faqs.org>).

Rata-rata IMT responden yaitu 23,50 kg/m². Berdasarkan rentang IMT normal menurut Asia Pasifik yaitu 18,50 – 22,9 kg/m² maka pada penelitian ini hanya 2 responden yang berstatus gizi normal, sisanya berstatus gizi lebih. Akan tetapi, jika menurut standar Kemenkes RI (18,50 – 25 kg/m²) maka seluruh responden berstatus gizi normal. Rata-rata persen lemak tubuh responden sebesar 18,22%. Berdasarkan *American Council on Exercise* (2009), rentang persen lemak tubuh untuk atlet pria yaitu 6-13%, rentang persen lemak tubuh pria untuk kategori bugar yaitu 14-17%, rentang persen lemak tubuh normal untuk pria kategori rata-rata yaitu 18-24%, sedangkan $\geq 25\%$ termasuk kategori obesitas. Berdasarkan hasil penelitian ini maka persen lemak tubuh responden termasuk ke dalam rentang normal untuk kategori pria rata-rata.

6.2.2 Asupan Makanan

Berdasarkan hasil analisis asupan makanan diperoleh rata-rata asupan energi responden yaitu 3702,59 kkal dengan rata-rata asupan karbohidrat, protein, dan lemak masing-masing yaitu 497,63 gram, 151,45 gram, dan 119,65 gram. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan bermakna asupan energi, karbohidrat, protein, dan lemak antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol baik pada periode I maupun pada periode II. Hal ini sejalan dengan penelitian Karp, *et al.*, (2006) dan Pritchett, *et al.*, (2011) yang juga menunjukkan tidak ada perbedaan bermakna rata-rata asupan energi, karbohidrat, protein, dan lemak antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol.

6.2.3 Perubahan Berat Badan Setelah Latihan I dan II

Setelah latihan atlet perlu mengonsumsi cairan sebanyak 1,5 liter untuk setiap kg berat badan yang hilang sebagai indikator kehilangan cairan selama latihan (Raz, 2010). Sementara itu, menurut Cheuvront

dan Sawka (2005) kehilangan 1 g BB sama dengan kehilangan 1 mL air atau penurunan 1 kg BB sama dengan kehilangan 1 L air. Pada penelitian ini rata-rata berat badan setelah latihan I dan II berkurang sekitar 1 kg.

6.2.4 Kadar Ureum Darah Sebelum Latihan I dan Sebelum Perlakuan

Latihan panjang lebih dari 60 menit akan menguras simpanan glikogen (Sizer and Whitney, 2010). Ketika glikogen otot menipis maka otot akan meningkatkan jumlah protein dan asam amino untuk menghasilkan energi (glukoneogenesis) (Millan, 2013). Hal ini dapat ditandai dengan peningkatan kadar ureum darah. Pada penelitian ini pun terjadi peningkatan rata-rata kadar ureum darah setelah latihan I (sebelum perlakuan). Artinya, simpanan glikogen telah terkuras dan protein dipecah untuk menghasilkan energi (Millan, 2013). Penelitian lain yang menunjukkan peningkatan kadar ureum darah setelah latihan yaitu penelitian Winaktu (1998) dan Vegge, *et al.*, (2012).

Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan bermakna kadar ureum darah awal/sebelum latihan I. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh responden memulai latihan I dengan simpanan glikogen yang sama. Selain itu, juga tidak ada perbedaan bermakna kadar ureum sebelum perlakuan. Artinya, seluruh responden memiliki kadar ureum/simpanan glikogen yang sama sebelum diberikan perlakuan.

6.2.5 Kadar Kreatin Kinase Darah Sebelum Latihan I dan Sebelum Perlakuan

Latihan akan meningkatkan peredaran hormon katabolik yang akan memecah glikogen untuk menghasilkan energi. Kadar hormon ini pun akan tetap tinggi setelah latihan sehingga terus terjadi pemecahan jaringan otot (Spano, 2013). Dengan demikian, latihan panjang tidak hanya menguras simpanan glikogen otot tetapi juga menyebabkan kerusakan jaringan otot (Gleeson, *et al.*, 2004). Kerusakan jaringan otot dapat dilihat dari peningkatan kadar kreatin kinase darah. Menurut Lab

Test Online (2015) peningkatan kadar kreatin kinase terjadi setelah latihan berat atau sesi latihan panjang. Pada penelitian ini rata-rata kadar kreatin kinase darah meningkat setelah latihan (sebelum perlakuan). Sejalan dengan hasil tersebut yaitu pada penelitian Winaktu (1998) dan Baty, *et al.*, (2007) juga terjadi peningkatan kadar kreatin kinase darah setelah latihan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan bermakna kadar kreatin kinase darah awal/sebelum latihan I. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh responden memulai latihan I dengan kadar kreatin kinase/tingkat kerusakan otot yang sama. Selain itu, juga tidak ada perbedaan bermakna kadar kreatin kinase sebelum perlakuan. Artinya, seluruh responden memiliki kadar kreatin kinase/tingkat kerusakan otot yang sama sebelum diberikan perlakuan.

6.2.6 Pengaruh Pemberian Minuman Elektrolit Berkarbohidrat Terhadap Kadar Ureum Darah

Asupan karbohidrat segera setelah latihan sangat penting karena dapat menyediakan sumber energi untuk otot. Pemberian minuman karbohidrat sangat dianjurkan segera setelah latihan atau maksimal 30 menit setelah latihan karena periode ini merupakan periode *Window of Opportunity* metabolik bagi otot (Spano, 2013). Pada periode ini tubuh mampu mengoptimalkan pengisian kembali simpanan glikogen otot dan hati (Rockwell, 2010). Asupan karbohidrat segera setelah latihan juga dapat meningkatkan sensitivitas insulin dan permeabilitas membran otot terhadap glukosa. Selain itu, pemberian karbohidrat setelah latihan akan meningkatkan efek anabolik latihan (Borsheim, *et al.*, 2004). Dengan demikian, glikogen akan lebih cepat disintesis (Ivy, 2004). Tingkat resintesis glikogen juga lebih tinggi jika karbohidrat diberikan segera setelah latihan dibandingkan ditunda hingga 2 jam (Ivy, *et al.*, 1988).

Pada penelitian ini terjadi penurunan bermakna kadar ureum darah setelah perlakuan pada kedua kelompok. Hal ini menunjukkan bahwa telah terjadi resintesis glikogen dan asupan karbohidrat cukup untuk

menghasilkan energi sehingga pemecahan protein menurun (Winaktu, 1998). Penelitian Winaktu (1998) dan Highton, *et al.*, (2012) juga menunjukkan penurunan kadar ureum darah secara signifikan setelah perlakuan. Sementara itu, penelitian Millard-Stafford, *et al.*, (1992) menunjukkan penurunan kadar ureum darah setelah diberikan minuman elektrolit berkarbohidrat meskipun secara statistik tidak bermakna.

Seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa pada penelitian ini terjadi penurunan kadar ureum darah yang signifikan pada kedua kelompok. Untuk mengetahui apakah pemberian minuman elektrolit berkarbohidrat sebanyak 1 gr/kgBB lebih baik daripada 0,35 g/kgBB maka dilakukan analisis lanjutan. Hasil analisis menunjukkan ada perbedaan bermakna penurunan kadar ureum darah pada kedua kelompok. Penurunan kadar ureum darah lebih tinggi pada kelompok perlakuan dibandingkan kelompok kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa sintesis glikogen otot lebih efektif pada kelompok perlakuan sehingga semakin sedikit protein yang dipecah (Winaktu, 1998).

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sintesis glikogen otot sebelumnya dengan metode biopsi otot. Pemberian karbohidrat sebanyak 0,35 g/kgBB hanya menghasilkan sintesis glikogen sebesar 2,1 mmol/kg berat kering/jam (Blom, *et al.*, 1987). Apabila jumlah karbohidrat ditingkatkan menjadi 1 gr/kgBB maka sintesis glikogen lebih tinggi yaitu 33 mmol/kg berat kering/jam (Ivy, *et al.*, 1988) dan 37,4 mmol/kg berat kering/jam (McCoy, *et al.*, 1996). Akan tetapi, tingkat resintesis glikogen tidak akan banyak meningkat jika karbohidrat diberikan dengan jumlah >1 g/kgBB. Menurut Campbell (2014) pemberian karbohidrat 1 g/kgBB (Roy and Tarnopolsky, 1998) sama efektifnya dengan 1,5 g/kgBB (Pascoe, *et al.*, 1993). Artinya, pemberian 1 g/kgBB sudah cukup untuk resintesis glikogen otot setelah latihan resisten dan mencapai 90% nilai glikogen otot sebelum latihan yang diukur pada 4 jam setelah latihan (Campbell, 2014). Hal yang sama juga diutarakan oleh Ivy (2000) bahwa meningkatkan jumlah asupan karbohidrat lebih dari 1,0-1,5 g/kgBB tidak akan menambahkan

manfaat dan mungkin akan menyebabkan mual dan diare. Dengan demikian, pemberian karbohidrat 1 gr/kgBB merupakan jumlah optimal yang harus diberikan pada masa pemulihan.

6.2.7 Pengaruh Pemberian Minuman Elektrolit Berkarbohidrat Terhadap Kadar Kreatin Kinase Darah

Selain dapat mengembalikan simpanan glikogen otot, pemberian karbohidrat juga menurunkan secara signifikan kerusakan jaringan otot dan pemecahan protein dengan merangsang pelepasan hormon insulin (Roy, *et al.*, 1997; Ivy, 2004). Pemberian 1 g/kgBB segera dan satu jam setelah latihan efektif menurunkan pemecahan protein otot (Campbell, 2014).

Pada penelitian ini terjadi penurunan kadar kreatin kinase darah setelah diberikan minuman elektrolit berkarbohidrat pada kelompok perlakuan namun tidak pada kelompok kontrol. Artinya, pemberian karbohidrat sebesar 1 gr/kgBB lebih baik dibandingkan 0,35 gr/kgBB dan dianggap cukup untuk menurunkan pemecahan protein otot sehingga dapat mengurangi kerusakan jaringan otot (Campbell, 2014). Selain jumlah karbohidrat, ada faktor lain yang dapat memengaruhi kerusakan jaringan otot seperti hormon epinefrin yang tidak diteliti pada penelitian ini. Epinefrin berikatan dengan reseptor- α di hati. Akibatnya, terjadi glikogenolisis dan terhambatnya sintesis glikogen dengan meningkatkan kadar Ca^{2+} di hati. Selain itu, epinefrin yang dilepaskan selama berolahraga akan merangsang hati untuk melakukan glukoneogenesis melalui peningkatan konsentrasi cAMP (Marks *et al.*, 2000).

Penelitian Winaktu (1998) juga menunjukkan penurunan kadar kreatin kinase darah setelah diberikan minuman karbohidrat namun secara statistik tidak bermakna. Hasil berbeda ditemukan pada penelitian Miles, *et al.*, (2006) dan Miles, *et al.*, (2007) yang menunjukkan bahwa pemberian karbohidrat tidak berpengaruh terhadap kadar kreatin kinase darah. Perbedaan hasil ini dapat dikarenakan

perbedaan jumlah sampel, jumlah karbohidrat yang diberikan, waktu pemberian minuman karbohidrat, dan waktu pengambilan sampel darah.

6.2.8 Pengaruh Pemberian Minuman Elektrolit Berkarbohidrat Terhadap Performa

Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh total kerja dan kecepatan termasuk kategori baik. Akan tetapi, karena pengambilan data dilakukan di Pengalengan yaitu di tempat dataran tinggi maka hasilnya tidak akan sebaik jika dilakukan di tempat yang rendah seperti di Jatiluhur. Hal ini disebabkan oleh faktor ketinggian sehingga akan memengaruhi *oksigen uptake*. Setelah dihitung *oksigen uptake* pada penelitian ini yaitu 59,18 ml/kg.menit termasuk ke dalam kategori baik (McArdle, 2006 dalam <http://www.concept2.com>). Apabila dibandingkan dengan atlet dari negara lain maka *oksigen uptake* atlet pada penelitian ini masih tergolong rendah. Hasil penelitian Karp, *et al.*, (2006) menunjukkan bahwa rata-rata *oksigen uptake* atlet sepeda yang menjadi responden yaitu 65 ml/kg/menit. Untuk atlet endurance laki-laki kelas dunia *oksigen uptake* mencapai >80 ml/kg/menit atau beberapa bahkan mencapai >90 ml/kg/menit. Dengan *oksigen uptake* yang tinggi maka akan diperoleh total kerja yang lebih baik (<http://www.topendsports.com>).

Peningkatan glikogen otot secara cepat akan meningkatkan performa olahraga (Ivy, 2004). Akan tetapi, pada penelitian ini pemberian minuman elektrolit berkarbohidrat tidak berpengaruh terhadap performa. Meskipun secara statistik tidak bermakna tetapi performa kelompok perlakuan lebih baik daripada kelompok kontrol. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Goh, *et al.*, (2012) yang menunjukkan bahwa performa pada latihan kedua tidak berbeda signifikan antara kelompok yang diberikan minuman karbohidrat tinggi dengan kelompok yang diberikan karbohidrat rendah. Pemberian minuman karbohidrat tidak meningkatkan performa namun secara

signifikan dapat menurunkan kerusakan jaringan otot atau menurunkan kadar kreatin kinase darah (*Pacific Health Laboratories*, 2009; Baty, *et al.*, 2007). Pemberian minuman elektrolit berkarbohidrat tidak signifikan meningkatkan performa total kerja (Ganio, *et al.*, 2010) dan waktu tempuh (Coletta, *et al.*, 2013). Selain itu, penelitian Jentjens and Jeukendrup (2004) dan Jentjens, *et al.*, (2003) juga menunjukkan tidak ada pengaruh pemberian minuman elektrolit berkarbohidrat terhadap performa. Penelitian Pritchett, *et al.*, (2008) dan Febbraio, *et al.*, (2000) juga menunjukkan tidak ada perbedaan performa antara atlet sepeda yang diberikan tambahan karbohidrat dan yang diberikan air putih/placebo. Berdasarkan hasil telaah dapat disimpulkan bahwa ketidakbermaknaan hasil penelitian tersebut dapat disebabkan oleh durasi pemberian minuman karbohidrat yang singkat atau 1 hari.

Berikut ini ada beberapa penelitian yang berhasil meningkatkan performa dengan waktu intervensi lebih lama (>1 hari). Penelitian Pitsiladis and Maughan (1999) menunjukkan bahwa pemberian makanan tinggi karbohidrat selama 4 hari dapat meningkatkan performa olahraga bersepeda. Performa (kecepatan) atlet dayung meningkat signifikan dengan pemberian makanan tambahan karbohidrat dan minuman elektrolit berkarbohidrat selama 7 hari (Winaktu, 1998). Konsumsi karbohidrat sebanyak 10 g/kgBB/hari selama 22 hari dapat meningkatkan kemampuan berlari (Nicholas, *et al.*, 1997). Penelitian Simonsen, *et al.*, (1991) menunjukkan bahwa pemberian karbohidrat sebanyak 10 gr/kgBB/hari selama 4 minggu dapat meningkatkan glikogen otot dan performa. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa performa dapat ditingkatkan dengan meningkatkan asupan karbohidrat harian (Maughan, *et al.*, 1997; Maughan and Poole, 1981).

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

1. Penurunan kadar ureum darah lebih tinggi pada kelompok yang diberikan minuman elektrolit berkarbohidrat sebanyak 1 gr/kgBB (sebesar 7,1 %) dibandingkan kelompok yang diberikan minuman elektrolit berkarbohidrat sebanyak 0,35 gr/kgBB (sebesar 2,25%).
2. Kadar kreatin kinase darah menurun sebesar 11,16% pada kelompok yang diberikan minuman elektrolit berkarbohidrat sebanyak 1 gr/kgBB sedangkan pada kelompok yang diberikan minuman elektrolit berkarbohidrat sebanyak 0,35 gr/kgBB meningkat sebesar 0,18%.

7.2 Saran

7.2.1 Bagi Manajemen Atlet Dayung Rowing Indonesia

Penelitian ini membuktikan bahwa konsumsi karbohidrat sebanyak 1 gr/kgBB terbukti efektif mengembalikan simpanan glikogen otot dan mengurangi kerusakan jaringan otot. Oleh karena itu, pihak manajemen pelatnas atlet dayung diharuskan untuk membuat aturan seperti berikut ini:

a. Jumlah

Sesuai dengan anjuran internasional dan hasil dari penelitian ini maka pelatnas diharuskan menyediakan minuman berkarbohidrat sebanyak 1 gr/kgBB atau sekitar 70 gram setelah latihan (Campbell, 2014). Minuman karbohidrat ini dapat menjadi alternatif pilihan untuk selingan susu coklat yang biasa diberikan pada atlet setelah latihan. Misalnya, setelah latihan pertama diberikan susu coklat sedangkan setelah latihan kedua diberikan minuman berkarbohidrat ataupun sebaliknya. Pemberian minuman berkarbohidrat ini juga dapat mengurangi kebosanan atlet terhadap susu coklat. Berdasarkan hasil pengamatan peneliti di lapangan,

terlihat bahwa atlet tidak langsung meminum susu coklat yang diberikan setelah latihan. Kebanyakan susu coklat dibawa pulang ke *mass* atlet atau bahkan dibawa pulang ke rumah untuk dibagikan ke sanak saudara.

Untuk menghemat biaya maka pemberian minuman karbohidrat sebaiknya disediakan dalam bentuk kemasan serbuk bukan minuman botol/kaleng. Untuk mendapatkan 70 gram karbohidrat dibutuhkan ± 5 *sachet* dengan total harga Rp 6.600,00 dibandingkan kemasan botol dengan kandungan karbohidrat 60 gram dengan total harga Rp 13.000,00.

b. Jenis

Jenis karbohidrat yang digunakan yaitu sukrosa atau glukosa karena jenis ini lebih cepat diserap tubuh (Campbell, 2014) sehingga memiliki tingkat sintesis glikogen yang lebih tinggi dibandingkan fruktosa (Van Den Bergh, *et al.*, 1996).

c. Waktu

Untuk mencapai pemulihan yang optimal maka atlet harus meminum minuman berkarbohidrat segera setelah latihan atau maksimal 30 menit (Ivy, *et al.*, 1988; Spano, 2013). Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, kebanyakan atlet setelah latihan meminum air putih bukan minuman yang mengandung karbohidrat. Oleh karena itu, diperlukan keterlibatan pelatih, dokter, dan ahli gizi untuk memastikan agar segera setelah latihan, atlet harus mengonsumsi minuman yang mengandung karbohidrat. Apabila atlet tidak mematuhi aturan tersebut dapat dikenakan sanksi dan sebaliknya jika atlet mematuhi aturan tersebut maka diberikan *reward*.

7.2.2 Bagi Peneliti Selanjutnya

- a. Diharapkan adanya penelitian sejenis yang meneliti efektivitas jika frekuensi pemberian karbohidrat lebih sering yaitu tiap interval 15-30 menit. Penelitian menunjukkan bahwa lebih sering frekuensi karbohidrat diasup akan menghasilkan tingkat sintesis glikogen yang lebih tinggi (Van Hall, *et al.*, 1998). Suplementasi karbohidrat yang diberikan dengan interval yang lebih sering (≤ 30 menit) akan menjaga plasma glukosa dan konsentrasi insulin lebih tinggi sehingga berkontribusi untuk sintesis glikogen otot yang lebih tinggi (Ivy, *et al.*, 1988; Van Loon, *et al.*, 2000). Penelitian menunjukkan bahwa pemberian karbohidrat dengan interval 15-30 menit dalam jumlah banyak maka tingkat sintesis glikogen 30% lebih tinggi dibandingkan dengan interval setiap 2 jam (Piehl, *et al.*, 2000; van Hall, *et al.*, 2000).
- b. Penelitian pada cabang olahraga *endurance* lainnya dengan jumlah sampel lebih banyak.
- c. Pada penelitian ini pemberian minuman karbohidrat tidak berpengaruh terhadap performa. Oleh karena itu, bagi peneliti selanjutnya disarankan waktu intervensi lebih lama (> 1 hari) agar efek minuman karbohidrat terhadap performa dapat lebih terlihat. Penelitian Winaktu (1998) menunjukkan bahwa atlet dayung memiliki kecepatan mendayung lebih cepat setelah diberikan makanan tambahan karbohidrat dan minuman olahraga selama 7 hari. Konsumsi karbohidrat sebanyak 10 g/kgBB/hari selama 22 hari dapat meningkatkan kemampuan berlari (Nicholas, *et al.*, 1997). Penelitian Simonsen, *et al.*, (1991) menunjukkan bahwa pemberian karbohidrat sebanyak 10 gr/kgBB/hari selama 4 minggu dapat meningkatkan glikogen otot dan performa.

DAFTAR REFERENSI

- Ali, Ajmol, *et al.* (2007). The influence of carbohydrate-electrolyte ingestion on soccer skill performance. *Medicine & Science in Sports and Exercise*. American College of Sports Medicine.
- American Council on Exercise. (2009). "What are the guidelines for percentage of body fat loss?" <http://www.acefitness.org> [diakses tanggal 20 Februari 2015].
- Angus, Damien, *et al.* (2000). Effect of carbohydrate or carbohydrate plus medium-chain triglyceride ingestion on cycling time trial performance. *Journal of Applied Physiology*; 88 (1): 113-119.
- Ariawan, Iwan. (1998). *Besar dan metode sampel pada penelitian kesehatan*. Depok: FKM UI
- Azpiazu, *et al.* (2000). Control of glycogen synthesis is shared between glucose transport and glycogen synthase in skeletal muscle fibers. *American Journal of Physiology Endocrinology Metabolism*; 278 (2): E234-43.
- Baird, Marianne, *et al.* (2012). Creatine-kinase and exercise related muscle damage implications for muscle performance and recovery. *Journal of Nutrition and Metabolism*. Hindawi Publishing Corporation.
- Baty, Jacob, *et al.* (2007). The effect of a carbohydrate and protein supplement on resistance exercise performance, hormonal response, and muscle damage. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 21(2): 321-329.
- Beelen, Milou, *et al.* (2008). Coingestion of carbohydrate and protein hydrolysate stimulates muscle protein synthesis during exercise in young men, with no further increase during subsequent overnight recovery. *Journal of Nutrition*, 138 (11), 2198-2204.
- Bilzon, *et al.* (2000). Short-term recovery from prolonged constant pace running in a warm environment: the effectiveness of a carbohydrate-electrolyte solution. *European Journal of Applied Physiology*. 82: 305-312.
- Blom, *et al.* (1987). Effect of different post-exercise sugar diets on the rate of muscle glycogen synthesis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 19: 491-496.

- Bonen, A., *et al.* (1985). Mild exercise impedes glycogen repletion in muscle. *Journal of Applied Physiology*; 58 (5): 1622-1629.
- Bonetti, Darrell L and Will G Hopkins. (2010). Effects of hypotonic and isotonic sports drinks on endurance performance and physiology. *Sportscience*, 14: 63-70.
- Borghouts and Keizer HA. (2000). Exercise and insulin sensitivity: a review. *International Journal of Sports Medicine*; 21 (1): 1-12.
- Borsheim, Elisabeth, *et al.* (2004). Effect of carbohydrate intake on net muscle protein synthesis during recovery from resistance exercise. *Journal of Applied Physiology*. 96: 674-678.
- Bowtell, JL., *et al.* (1999). Effect of oral glutamine on whole body carbohydrate storage during recovery from exhaustive exercise. *Journal of Applied Physiology*; 86 (6): 1770-1777.
- Bowtell, JL., *et al.* (2000). Effect of different carbohydrate drinks on whole body carbohydrate storage after exhaustive exercise. *Journal of Applied Physiology*; 88 (5): 1529-1536.
- Brancaccio, Paola, *et al.* (2007). Creatine kinase monitoring in sport medicine. *British Medical Bulletin*. 81 and 82: 209-230.
- Brouns, Fred. (2002). *Essentials of sport nutrition*. 2nd ed. John Wiley & Sons Ltd
- Bunn, Jennifer. (2014). Hydration and performance. in *Sports nutrition: enhancing athletic performance*. Bill Campbell (Editor). CRC Press. Taylor & Francis Group, LLC.
- Burke, L.M., *et al.* (2003). Effect of alcohol intake on muscle glycogen storage after prolonged exercise. *Journal of Applied Physiology*. 95: 983-990.
- Burke, Louise. (2010). Nutrition for recovery after training and competition. In *Clinical sports nutrition*. 4th ed. Louise Burke and Vicki Deakin (eds). China: McGraw-Hill.
- Burke, Louise, *et al.* (2004). Carbohydrates and fat for training and recovery. *Journal of Sports Science*; 22 (1): 15–30.
- Campbell, Bill I. (2014). *Sports nutrition: enhancing athletic performance*. CRC Press. Taylor & Francis Group, LLC.

- Carter, J., *et al.* (2003). Carbohydrate supplementation improves moderate and high-intensity exercise in the heat. *Pflugers Archiv-European Journal of Physiology*, 446, 211-219.
- Carter, J., *et al.* (2004). The effect of carbohydrate mouth-rinse on 1 h cycle time-trial performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 36: 2107-2111.
- Carter, J., *et al.* (2005). The effect of sweetness on the efficacy of carbohydrate supplementation during exercise in the heat. *Canadian Journal of Applied Physiology*; 30(4): 379-391.
- Casey, Anna, *et al.* (1995). Glycogen resynthesis in human muscle fibre types following exercise-induced glycogen depletion. *Journal of Physiology*; 483 (1): 265-71
- CDC. (2004). "Within 20 Minutes of Quitting". http://www.cdc.gov/tobacco/data_statistics/sgr/2004/posters. Centers for Disease Control and Prevention [diakses tanggal 17 Maret 2015].
- Cheuvront, S. N and M. N. Sawka. (2005). Hydration assessment of athletes. *Sports Science Exchange*. 18 (2).
- Chow, Shein-Chung and Liu, Jen-Pei. (2004). *Design and analysis of clinical trials. concepts and methodologies*. Hoboken, New Jersey: John Willey & Sons, Inc
- Chromiak, Joseph A, *et al.* (2004). Effect of 10-week strength training program and recovery drink on body composition, muscular strength and endurance, and anaerobic power and capacity. *Nutrition*; 20: 420-427.
- Close, G.L., *et al.* (2005). Effects of dietary carbohydrate on delayed onset muscle soreness and reactive oxygen species after contraction induced muscle damage. *British Journal of Sports Medicine*. 39: 948-953.
- Coletta, Adriana, Thompson, Dixie L and Hollie A Raynor. (2013). The influence of commercially-available carbohydrate and carbohydrate-protein supplements on endurance running performance in recreational athletes during a field trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 10:17

- Coyle, Edward F., *et al.* (1986). Muscle glycogen utilization during prolonged strenuous exercise when fed carbohydrate. *Journal of Applied Physiology*. 61: 165-172.
- Coyle, Edward F. (1995). Substrate utilization during exercise in active people. *American Journal of Clinical Nutrition*. Vol 61: 968-979.
- Coyle, Edward F. (2004). Fluid and fuel intake during exercise. *Journal of Sports Sciences*, 22: 39-55.
- Derave W., *et al.* (2000). Muscle glycogen content affects insulin-stimulated glucose transport and protein kinase B activity. *American Journal of Physiology Endocrinology Metabolism*. 279 (5): E947-955.
- Doyle, JA., *et al.* (1993). Effects of eccentric and concentric exercise on muscle glycogen replenishment. *Journal of Applied Physiology*. 74 (4): 1848-55
- Dunford, Marie and J. Andrew Doyle. (2008). *Nutrition for sport and exercise*. USA: Thomson Wadsworth.
- Ebeling P, Bourey R, Koranyi L., *et al.* (1993). Mechanism of enhanced insulin sensitivity in athletes: increased blood flow, muscle glucose transport protein (GLUT-4) concentration, and glycogen synthase activity. *Journal of Clinical Investigation*; 92 (4): 1623-31.
- Fairchild, *et al.* (2003). Glycogen synthesis in the muscle fibres during active recovery from intense exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 35: 595-602.
- Febbraio, Mark, *et al.* (2000). Pre-exercise carbohydrate ingestion, glucose kinetics, and muscle glycogen use: effect of glycemic index. *Journal of Applied Physiology*; 89:1845-1851.
- Fell, *et al.* (1982). Effect of muscle glycogen content on glucose uptake following exercise. *Journal of Applied Physiology*. 52(2): 434-437.
- Ferguson-Stegall, Lisa, *et al.* (2011). Postexercise carbohydrate-protein supplementation improves subsequent exercise performance and intracellular signaling for protein synthesis. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 25(5): 1210-1224.
- Fournier, *et al.* (2002). Glycogen resynthesis in the absence of food ingestion during recovery from moderate or high intensity physical activity: novel

- insights from rat and human studies. *Comparative Biochemistry and Physiology A*; 133: 755-763.
- Ganio, Matthew, *et al.* (2010). Effect of various carbohydrate-electrolyte fluids on cycling performance and maximal voluntary contraction. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 104-114. Human Kinetic, Inc.
- Gaster M, Poulsen P, Handberg A, *et al.* (2000). Direct evidence of fiber type-dependent GLUT-4 expression in human skeletal muscle. *American Journal of Physiology Endocrinology Metabolism*; 278 (5): E910-6.
- Gisolfi, *et al.* (2001). Intestinal fluid absorption during exercise: role of sport drink osmolality and [Na⁺]. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 33: 907-915.
- Gleeson M., Nieman DC., Pederson BK. (2004). Exercise, nutrition, and immune function. *Journal Sports Science*; 22: 115-125.
- Gleeson, M., Maughan, R. J., & Greenhalf, P. L. (1986). Comparison of the effects of pre exercise feeding of glucose, glycerol and placebo on endurance performance and fuel homeostasis in man. *European Journal of Applied Physiology*, 55, 645–653.
- Glynn, Erin, *et al.* (2010). Muscle protein breakdown has a minor role in the protein anabolic response to essential amino acid and carbohydrate intake following resistance exercise. *American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 299(2): R533-R540.
- Goh, Qingnian, *et al.* (2012). Recovery from cycling exercise: effects of carbohydrate and protein beverages. *Nutrient*. 4: 568-584.
- Gropper, Sareen and Jack L. Smith. (2013). *Advanced nutrition and human metabolism*. 6th ed. USA: Wadsworth, Cengage Learning
- Guyton, Arthur and John E Hall. (2006). *Textbook of medical physiology*. 11th Ed. Philadelphia: Elsevier.
- Halsen, Shona L. (2014). Sleep in elite athletes and nutritional interventions to enhance sleep. *Sports Medicine*. 44(suppl 1): S13-S23. Elsevier Saunders.

- Hargreaves, M., Hawley, J. A., & Jeukendrup, A. E. (2000). Pre-exercise carbohydrate and fat ingestion: effects on metabolism and performance. *Journal of Sports Science*, 22: 31–38.
- Hastono, Sutanto Priyo. (2007). *Analisis data*. Depok: FKM UI
- Hickner, *et al.* (1997). Muscle glycogen accumulation after endurance exercise in trained and untrained individuals. *Journal of Applied Physiology*. 83: 897-903.
- Highton, Jamie, *et al.* (2012). Carbohydrate-protein coingestion improves multiple-sprint running performance. *Journal of Sports Sciences*. 31(4): 361-369.
- Hoffman, *et al.* (2009). Examination of a pre-exercise, high energy supplement on exercise performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 6 (2).
- Hornsby, Jack. (2011). The effects of carbohydrate-electrolyte sports drinks on performance and physiological function during an 8 km cycle time trial. *The Plymouth Student Scientist*, 4(2): 30-49.
- <http://www.faqs.org>. “Aging and athletic performance” [diakses tanggal 20 Februari 2015].
- <http://www.pponline.co.uk>. “Rowing training for veterans [diakses tanggal 15 Maret 2015].
- <http://www.concept2.com/indoor-rowers/training/calculators/vo2max-calculator> “Cardiovascular fitness calculations” [diakses tanggal 1 Juli 2015].
- <http://www.topendsports.com>. “World best VO₂ max scores” [diakses tanggal 1 Juli 2015].
- <http://www.urmc.rochester.edu> “Creatin kinase (blood)” [diakses tanggal 14 Maret 2015].
- Ivy, J.L., *et al.* (1988). Muscle glycogen synthesis after exercise: effect of time of carbohydrate ingestion. *Journal of Applied Physiology*; 64: 1480-1485.
- Ivy, J.L. (1991). Muscle glycogen synthesis before and after exercise. *Sports Medicine*, 11: 6-19.
- Ivy, J. L. (2000). Optimization of glycogen stores. In *Nutrition in Sports*, Maughan, R. J. (Editor.). Blackwell Science. Oxford. chap, 7.

- Ivy, J.L., *et al.* (2002). Early postexercise muscle glycogen recovery is enhanced with a carbohydrate-protein supplement. *Journal of Applied Physiology* 93: 1337-1344.
- Ivy, J.L. (2004). Regulation of muscle glycogen repletion, muscle protein synthesis and repair following exercise. *Journal of Sports Science and Medicine*; 3: 131-138
- Jentjens, *et al.* (2003). Effects of pre-exercise ingestion of differing amounts of carbohydrate on subsequent metabolism and cycling performance. *European Journal of Applied Physiology*. 88 (4-5): 444-452.
- Jentjens, R.L.P.G and Jeukendrup, A.E. (2004). Effects of pre-exercise ingestion of trehalose, galactose and glucose on subsequent metabolism and cycling performance. *European Journal of Applied Physiology*. 88: 459–465.
- Jentjens, Roy and Asker E Jeukendrup. (2003). Determinants of post-exercise glycogen synthesis during short-term recovery. *Sports Medicine*, 33(2): 117-144
- Jette, Maurice, *et al.* (1978). The nutritional and metabolic effects of a carbohydrate-rich diet in a glycogen supecompensation training regimen. *American Journal of Clinical Nutrition*. 31: 2140-2148
- Jeukendrup, A.E. (2003). High-carbohydrate versus high-fat diets in endurance sports. *Sportmedizin und Sporttraumatologie*. 51(1): 17-23.
- Jeukendrup, A.E. (2004). Carbohydrate intake during exercise and performance. *Nutrition*; 20: 669-677
- Karp, Jason R., *et al.* (2006). Chocolate milk as a post-exercise recovery aid. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 16: 78-91. Human Kinetics, Inc
- Kemenkes RI. (2013). *Pedoman Gizi Olahraga Prestasi*.
- Kemenkes RI. (2014). *Pedoman Gizi Seimbang*.
- Kenney, W.L., Wilmore J.H., and Costill, D.L. (2012). *Physiology of sport and exercise*. 5th ed. United States of America: Human Kinetics
- Kerksick, *et al.* (2008). International society of sports nutrition position stand: nutrient timing. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 5, 17.

- Khanna, G.L. & I Manna. (2005). Supplementary effect of carbohydrate-electrolyte drink on sports performance, lactate removal & cardiovascular response of athletes. *Indian Journal of Medicine Research*, 121: 665-669.
- Kirwan JP., del Aguila LF., Hernandez JM., *et al.* (2000). Regular exercise enhances insulin activation of IRS-1-associated PI3-kinase in human skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*; 88 (2): 797-803.
- Kirwan, J. P., O’Gorman, D., & Evans, W. J. (1998). A moderate glycemic meal before endurance exercise can enhance performance. *Journal of Applied Physiology*, 84, 53–59.
- Koolman, J and K.H. Roehm. (2005). *Color atlas of biochemistry*. 2nd Ed. New York: Thieme Stuttgart.
- Kronfeld, David. (2001). Body fluids and exercise: physiological responses. *Journal of Equine Veterinary Science*, 21(7): 312-322.
- Lab Test Online. (2015). BUN. <http://labtestsonline.org>. [diakses tanggal 15 Maret 2015].
- Lang, C.H., *et al.* (2009). Alcohol-induced decrease in muscle protein synthesis associated with increased binding of mTOR and raptor: Comparable effects in young and mature rats. *Nutrition & Metabolism*. 6: 4.
- Lillioja S, Young AA, Culter CL., *et al.* (1987). Skeletal muscle capillary density and fiber type are possible determinants of *in vivo* insulin resistance in man. *Journal of Clinical Investigation*; 80 (2): 415-24.
- Maehlum S., Felig P., Wahren J. (1978). Splanchnic glucose and muscle glycogen metabolism after glucose feeding during post exercise recovery. *American Journal of Physiology*; 4 (3): E255-260.
- Mahan, L Kathleen and Sylvia Escott-Stump. (2008). *Krause’s Food and Nutrition Therapy*. International Edition. USA: Elsevier.
- Marks, Dawn B., Marks Allan D., Smith Colleen M. (2000). *Biokimia Kedokteran Dasar*. Penerbit Buku Kedokteran.
- Martinez-Lagunas, *et al.* (2010). Added protein maintains efficacy of a low carbohydrate sports drink. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24 (1), 48.

- Maughan, R. J., and S. M. Shirreffs. (2008). Development of individual hydration strategies for athletes. *International Journal of Sport Nutrition & Exercise Metabolism*. 18 (5): 457–472.
- Maughan, R.J. and Poole, D.C. (1981). The effects of a glycogen-loading regimen on the capacity to perform anaerobic exercise. *European Journal of Applied Physiology*. 46: 211–219.
- Maughan, R.J., *et al.* (1997). Diet composition and the performance of high-intensity exercise. *Journal of Sports Sciences*. 15: 265–275.
- Maughan, Ronald J. (2001). Fundamentals of sports nutrition: application to sports drinks. in *Sports drinks : basic science and practical aspects*. Maughan, Ronald and Robert Murray (eds). USA: CRC Press LLC.
- Mayo Clinic. (2013). “Blood urea nitrogen (BUN) test”. <http://www.mayoclinic.org> [diakses tanggal 15 Maret 2015].
- Mayo Clinic. (2015). “Creatine kinase (CK), serum”. <http://www.mayomedicallaboratories.com> [diakses tanggal 15 Maret 2015].
- McCoy M., Proieto J., Hargreaves M. (1996). Skeletal muscle GLUT-4 and postexercise muscle glycogen storage in humans. *Journal of Applied Physiology*; 80 (2): 411-5.
- Meyer, Nanna L. and Melinda M. Manor. (2011). Evaluation of nutrient adequacy of athletes’ diets. in *Nutritional assessment of athletes*. 2nd edn. Judy A. Driskell and Ira Wolinsky (eds). CRC Press. Taylor and Francis Group.
- Miles, Mary P., *et al.* (2006). Carbohydrate influence plasma interleukin-6 but not C-reactive protein or creatine kinase following a 32-km mountain trail race. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 17: 36-46.
- Miles, Mary P., *et al.* (2007). Effect of carbohydrate intake during recovery from eccentric exercise on interleukin-6 and muscle-damage markers. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 17: 507-520.
- Millan, Inigo San. (2013). “The importance of carbohydrates and glycogen for athletes”. <http://home.trainingpeaks.com> [diakses tanggal 15 Maret 2015].

- Millard-Stafford, Mindy L., *et al.* (1992). Carbohydrate-electrolyte replacement improves distance running performance in the heat. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. American College of Sports Medicine.
- Mills, Alaine Carleton. (2012). The effect of BCAA supplement with and without CHO on performance in recreationally trained cyclist. Theses: Georgia Southern University. Electronic Theses & Dissertations. Paper 132.
- Nassis, George P., Clyde Williams, & Penelope Chisnall. (1998). Effect of a carbohydrate-electrolyte drink on endurance capacity during prolonged intermittent high intensity running. *British Journal of Sports Medicine*; 32: 248-252.
- Nicholas, C.W., Green, P.A., Hawkins, R.D. and Williams, C. (1997). Carbohydrate intake and recovery of intermittent running capacity. *International Journal of Sport Nutrition*. 7: 251–260.
- Ostojic, Sergej M & Sanja Mazic. (2002). Effects of a carbohydrate-electrolyte drink on specific soccer tests and performance. *Journal of Sports Science and Medicine*, 1, 47-53.
- Pacific Health Laboratories. (2009). “Carb-protein sports drink research update”. <http://home.trainingpeaks.com> [diakses tanggal 9 Mei 2015].
- Pascoe, *et al.* (1993). Glycogen resynthesis in skeletal muscle following resistive exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*; 25(3): 349-54
- Penggalih, Mira H.S.T dan Huriyati, Emy. (2007). Gaya hidup, status gizi dan stamina atlet pada sebuah klub sepakbola. *Berita Kedokteran Masyarakat*. Vol. 23 (4).
- Philips, *et al.* (1996). Increments in skeletal muscle GLUT-1 and GLUT-4 after endurance training in humans. *American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism*. 270 (3): E456-E462.
- Piehl Aulin K. (1974). Time course for refilling of glycogen stores in human muscle fibres following exercise-induced glycogen depletion. *Acta Physiologica Scandinavica*; 90: 297-302.
- Piehl, Aulin K., Soderlund., E Hultman. (2000). Muscle glycogen resynthesis rate in humans after supplementation of drinks containing carbohydrates with

- low and high molecular masses. *European Journal of Applied Physiology*; 81: 346-351.
- Pitsiladis, Y.P. and Maughan, R.J. (1999). The effects of exercise and diet manipulation on the capacity to perform prolonged exercise in the heat and in the cold in trained humans. *Journal of Physiology*. 517: 919–930.
- Poole, Chris, *et al.* (2010). The role of post-exercise nutrient administration on muscle protein synthesis and glycogen synthesis. *Journal of Sports Science and Medicine*. 9: 354-363.
- Pritchett, Kelly, *et al.* (2008). Effects of timing of pre-exercise nutrient intake on glucose responses and intermittent cycling performance”. *SAJSM*. 20(3): 86-90.
- Pritchett, Kelly, *et al.* (2011). Comparisons of post-exercise chocolate milk and a commercial recovery beverage following cycling training on recovery and performance. *Journal of Exercise Physiology*:14 (6). 29-39.
- Rahnama, *et al.* (2010). The effectiveness of two energy drinks on selected indices of maximal cardiorespiratory fitness and blood lactate levels in male athletes. *JRMS*. 15(3): 127-132.
- Raz, Gul Dubnov. (2010). Non-nutrients in sports nutrition: fluids, electrolytes, and ergogenic aids. *European e- Journal of Clinical Nutrition and Metabolism*. USA: Elsevier.
- Rockwell, Michele. (2010). “The recovery window”. <http://www.training-conditioning.com/2010> [diakses tanggal 7 April 2015].
- Romijn JA, Coyle EF, Sidossis LS., *et al.* (1993). Regulation of endogenous fat in carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration. *American Journal of Physiology*; 265: E380-91.
- Roy and Tarnoplosky. (1998). Influence of differing macronutrient intakes on muscle glycogen resynthesis after resistance exercise. *Journal of Applied Physiology*; 84(3): 890–896.
- Roy, *et al.* (1997). Effect of glucose supplement timing on protein metabolism after resistance training. *Journal of Applied Physiology*. 82(6): 1882–1888.

- Sadowska, Karolina., Joanna Bajerska., Jan Jezka. (2009). The effect of two carbohydrate-elektrolyte drinks on gastrointestinal complaints and physical performance in rowers. *Medicina Sportiva*, 13(3): 171-176.
- Samuels, Charles. (2008). Sleep, recovery, and performance: the new frontier in high-performance athletics. *Neurologic Clinics*. 26: 169-180.
- Sanders, Lisa M and Joanne R. Lupton. (2012). Carbohydrates. in *Present knowledge in nutrition*. 10th edn. John W. Erdman Jr, Ian A. Macdonald and Steven H. Zeisel (eds). International Life Sciences Institute. John Wiley & Sons, Inc.
- Saunders, M. J., Kane, M. D., & Todd, M. K. (2004). Effects of a carbohydrate-protein beverage on cycling endurance and muscle damage. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(7): 1233-1238.
- Saunders, *et al.* (2005). The effects of different air velocities on heat storage and body temperature in humans cycling in a hot, humid environment. *Acta Physiol Scand*, 183(3): 241-255.
- Sawka, N. Burke, M. Eichner, E. Maughan, J. & Montain, J. (2007). American College of Sports Medicine Position Stand: Exercise and fluid replacement. *Medicine and Science in Sports and Exercise Journal*, 39(2): 377-390.
- Serge, P. William, A. Melissa, M. Ralph, B., & Renate, L. (2004). Fluids and hydration in prolonged endurance performance. *Nutrition*, 20(7): 651-656.
- Shalesh, Falih J., Uday CH Hasan., & Ahmed F Jaaz. (2014). The effect of sport drink on some functional variables for soccer players. *International Journal of Advanced Research*. Volum 2, Issue 2: 868-875.
- Sherman WM, Costill DL, Fink WJ., *et al.* (1983). Effect of a 42.2-km profootrace and subsequent rest or exercise on muscle glycogen enzymes. *Journal Applied of Physiology*; 55 (4): 1219-24.
- Shirreffs, S.M and Maughan, R.J. (2006). The effect of alcohol on athletic performance. *Current Sports Medicine Reports*. 5: 192-196.
- Simonsen, *et al.* (1991). Dietary carbohydrate, muscle glycogen, and power output during rowing training. *Journal Applied of Physiology*. 70: 1500-1505. Abstract.

- Singh, Amrinder., Sarika Chaudhary., & Jaspal Singh Sandhu. (2011). Efficacy of pre exercise carbohydrate drink (Gatorade) on the recovery heart rate, blood lactate and glucose levels in short term intensive exercise. *Serbian Journal of Sports Sciences*; 5 (1): 29-34.
- Sizer, F.S. and Ellie Whitney. (2010). *Nutrition: concepts and controversies*. 12th edn. USA: Wadsworth, Cengage Learning.
- Skein, M., *et al.* (2011). Intermittent-sprint performance and muscle glycogen after 30 h of sleep deprivation. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 43(7):1301–11.
- Skillen, *et al.* (2008). Effects of an amino acid carbohydrate drink on exercise performance after consecutive-day exercise bouts. *International Journal of Sport Nutrition Exercise Metabolism*; 18(5): 473-492.
- Smolin, Lori A and Mary B. Grosvenor. (2010). *Healthy eating. a guide to nutrition. Nutrition for sports and exercise*. 2nd edn. New York: Chelsea House. Infobase Publishing
- Spano, Marie. (2013). “Postexercise recovery: Proper nutrition is key to refuel, rehydrate, and rebuild after strenuous workouts”. *Today’s Dietitian*. Vol. 15 No. 11 P. 18. <http://www.todaysdietitian.com> [diakses tanggal 16 Maret 2015].
- Tarnopolsky, *et al.* (2005). Nutritional needs of elite endurance athletes. Part I: Carbohydrate and fluid requirements. *European Journal of Sport Science*; 5: 3-14.
- Taylor, V. & Madeleine T. (2008). The effect of sports drinks on blood pressure and heart rate as a measure of athletic performance. California State Science Fair, Project Number, J 1505.
- Van den Bergh, A.J., *et al.* (1996). Muscle glycogen recovery after exercise during glucose and fructose intake monitored by ¹³C-NMR. *Journal of Applied Physiology*. 81 (4):1495- 500.
- Van Dongen, *et al.* (2003). The cumulative cost of additional wakefulness: dose–response effects on neurobehavioral functions and sleep physiology from chronic sleep restriction and total sleep deprivation. *Sleep*. 26(2): 117–126.

- Van Hall, G., S.M. Shirreffs., and J.A.L. Calbet. (2000). Muscle glycogen resynthesis during recovery from cycle exercise: no effect of additional protein ingestion. *Journal of Applied Physiology*. 88: 1631-1636.
- Van Hall, *et al* (1998). Effect of carbohydrate supplementation on plasma glutamine during prolonged exercise and recovery. *International Journal of Sports Medicine*. 19: 82-86
- Van Loon, *et al.* (2000). Maximizing postexercise muscle glycogen synthesis: carbohydrate supplementation and the application of amino acid or protein hydrolysate mixtures. *American Journal of Clinical Nutrition*; 72: 106-111.
- Vegge, Geir, *et al.* (2012). Improved cycling performance with ingestion of hydrolyzed marine protein depends on performance level. *Journal of The International Society of Sport Nutrition*. Volume 9 No 14 :1–10.
- Volek, Jeff S. (2001). General nutritional considerations for strength athletes. in *Nutrition and the strength athlete*. Catherine G. Ratzin Jackson (Editor). New York: CRC Press LLC.
- Vollestad NK, Blom PCS, Gronnerod O. (1989). Resynthesis of glycogen in different muscle fibre types after prolonged exhaustive exercise in man. *Acta Physiol Scand*; 137: 15-21.
- Wardlaw, Gordon M and Jeffrey S. Hamble. (2007). *Perspective in nutrition*. 7th edn. McGraw-Hill.
- Whitney, Ellie and Sharon Rady Rolfes. (2011). *Understanding nutrition*. 12th edn. USA: Wadsworth, Cengage Learning.
- Widrick JJ, Costill DL, Fink WJ., *et al.* (1993). Carbohydrate feedings and exercise performance: effect of initial glycogen concentration. *Journal of Applied Physiology*; 74: 2998-3005.
- Winaktu, Gracia. (1998). Pengaruh pemberian makanan tambahan terhadap kemampuan fisik atlet dayung putri di Pelatnas Jatiluhur. Tesis: FK UI
- Winnick, *et al.* (2005). Carbohydrate feedings during team sport exercise preserve physical and CNS function. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 37(2), 306-315.

Zachwieja JJ, Costill DL, Pascoe DD. (1991). Influence of muscle glycogen depletion on the rate of resynthesis. *Medicine and Science Sports Exercise*; 23 (1): 44-8.

Zawadzki., Yaspelkis., and Ivy, J.L. (1992). Carbohydrate-protein complex increases the rate of muscle glycogen storage after exercise. *Journal of Applied Physiology*; 72: 1854-1859.



**Magister Gizi Kesehatan Masyarakat
Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Indonesia**

Lembar Persetujuan (*Informed Consent*)

Yth. Bapak/Saudara sekalian

Selamat Pagi/Siang/Sore. Saya Fitria, mahasiswa Magister Gizi Kesehatan Masyarakat FKM UI. Saat ini saya sedang melakukan penelitian yang berjudul “Pengaruh Pemberian Minuman Elektrolit Berkarbohidrat terhadap Kadar Ureum Darah, Kreatin Kinase Darah, dan Performa pada Atlet Dayung Nasional Laki-laki Tahun 2015”. Pada penelitian ini akan dilakukan pemberian minuman elektrolit berkarbohidrat sebanyak 1 liter. Pada penelitian ini juga akan dilakukan pengukuran berat badan, tinggi badan, persen lemak tubuh, total kerja, kecepatan, jarak tempuh, asupan makanan, serta pengambilan sampel darah ureum dan kreatin kinase. Seluruh data yang terkumpul akan dijaga kerahasiaannya.

Partisipasi Bapak/Saudara bersifat sukarela namun besar harapan saya agar Bapak/Saudara dapat mengikuti serangkaian kegiatan penelitian ini sesuai instruksi. Demikian penjelasan singkat terkait penelitian ini. Atas partisipasi dan kerjasama Bapak/Saudara, saya ucapkan terima kasih. Apabila Bapak/Saudara bersedia mengikuti penelitian ini maka dapat menandatangani kotak di bawah ini:

“Dengan tanda tangan ini, saya menyatakan bersedia mengikuti serangkaian proses pengambilan data yang akan dilakukan”

Pengalengan, April 2015

(.....)

Apabila ada pertanyaan terkait pengambilan data tersebut maka Bapak/Saudara dapat menghubungi saya, Fitria di nomor 08999354493.

Lampiran 2: Kuesioner

A. KARAKTERISTIK RESPONDEN

No	Pertanyaan	Koding
A1.	Nama:	[]
A2.	Tanggal Lahir: ____/____/____ Usia (diisi oleh pewawancara)	[][]
A3.	Nomor Telepon/HP: _____	
A4.	Alamat Rumah: _____ _____	

B. PENGUKURAN

a. Pengukuran Awal (PA)

Pengukuran Antropometri		1	2	Rata-rata
PA1	Berat badan (kg)			
PA2	Tinggi badan (cm)			
PA 3	IMT (kg/m^2)			
PA 4	Persen lemak tubuh (%)			

b. Pengukuran Saat Latihan I (PSL I)

Pengukuran Antropometri		PSL 1	PSL 2	PSL 3	PSL 4
PSL 1, 2, 3,4	Berat badan (kg)				
Biokimia Darah					
PSL 1, 2, 3	Ureum				
PSL 1, 2, 3	Kreatin Kinase				
Ergometer Dayung					
PSL 4	Total kerja				
PSL 4	Jarak tempuh				
PSL 4	Kecepatan				

Keterangan:

PSL 1 : pengukuran sebelum latihan I

PSL 2 : pengukuran setelah latihan I (sebelum diberikan minuman elektrolit berkarbohidrat)

PSL3 : pengukuran setelah diberikan minuman elektrolit berkarbohidrat (sebelum latihan II)

PSL 4 : Pengukuran Saat Latihan II

C. Asupan Makanan

a. *Form Food Weighing*

Waktu	Nama makanan	Bahan Makanan	Berat (g)
Sarapan Pagi			
Makan Siang			
Makan Malam			
Snack Latihan			

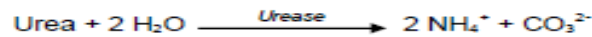
b. Form 24 Hours Recall

Waktu Makan	Nama Makanan	Bahan Makanan		
		Jenis	Banyaknya	
			URT	Berat (g)
Pagi				
Snack				
Siang				
Snack				
Malam				
Snack				

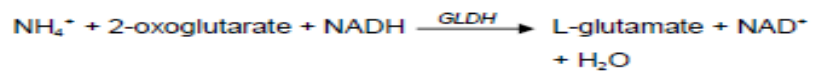
Lampiran 3: Prosedur Pengambilan Darah Ureum

TUJUAN : Uji in vitro untuk mengukur kadar urea / urea nitrogen secara kuantitatif dalam serum dan plasma manusia

PRINSIP PEMERIKSAAN: Urea dihidrolisa oleh urease membentuk ammonium dan carbonate



Pada reaksi kedua 2-oxoglutarate bereaksi dengan ammonium dengan adanya glutamate dehydrogenase (GLDH) dan koenzim NADH untuk menghasilkan L-glutamate. Pada reaksi ini dua mol NADH teroksidasi menjadi NAD⁺ untuk setiap mol urea yang terhidrolisa.



Kecepatan penurunan konsentrasi NADH sebanding dengan konsentrasi urea pada spesimen dan terukur secara photometrik

METODE : Urease-GLDH Kinetic UV

METODE REFERENCE⁴: Isotope Dilution-Mass Spectrometry

SAMPEL :

(i) Jenis : Serum (Plain / SST), Plasma (Li-heparin), urin pagi, urin 24 jam

(ii) Volume : Serum / plasma

50 – 100 µL

Urin

5000 – 10.000 µL

(iii) Stabilitas : Serum, Plasma heparin

- 7 hari pada suhu 15 – 25°C
- 7 hari pada suhu 2 – 8°C
- 1 tahun pada suhu (-15) – (-25) °C

Urin

- 2 hari pada suhu 15 – 25°C

REAGEN	:																	
(i) Katalog	:	04657616 190 → 4 x 100 tes																
(ii) Jenis	:																	
		<table><tr><td>R1 = TRIS buffer</td><td>220 mmol/L</td></tr><tr><td>pH</td><td>8.6</td></tr><tr><td>2-oxoglutarate</td><td>73 mmol/L</td></tr><tr><td>NADH</td><td>2.5 mmol/L</td></tr><tr><td>ADP</td><td>6.5 mmol/L</td></tr><tr><td>Urease (<i>Jack bean</i>)</td><td>≥ 300 μkat/L</td></tr><tr><td>GLDH (bovine liver)</td><td>≥ 80 μkat/L</td></tr><tr><td>Bahan pengawet</td><td></td></tr></table>	R1 = TRIS buffer	220 mmol/L	pH	8.6	2-oxoglutarate	73 mmol/L	NADH	2.5 mmol/L	ADP	6.5 mmol/L	Urease (<i>Jack bean</i>)	≥ 300 μkat/L	GLDH (bovine liver)	≥ 80 μkat/L	Bahan pengawet	
R1 = TRIS buffer	220 mmol/L																	
pH	8.6																	
2-oxoglutarate	73 mmol/L																	
NADH	2.5 mmol/L																	
ADP	6.5 mmol/L																	
Urease (<i>Jack bean</i>)	≥ 300 μkat/L																	
GLDH (bovine liver)	≥ 80 μkat/L																	
Bahan pengawet																		
(iii) Stabilitas	:	<table><tr><td>a.</td><td>2 – 8°C, stabil sampai dengan tanggal kadaluarsa (sebelum di buka)</td></tr><tr><td>b.</td><td>On-board sedang digunakan dan refrigerator pada alat selama 4 minggu</td></tr></table>	a.	2 – 8°C, stabil sampai dengan tanggal kadaluarsa (sebelum di buka)	b.	On-board sedang digunakan dan refrigerator pada alat selama 4 minggu												
a.	2 – 8°C, stabil sampai dengan tanggal kadaluarsa (sebelum di buka)																	
b.	On-board sedang digunakan dan refrigerator pada alat selama 4 minggu																	

ALAT	:	a. COBAS C111 b. Sampel cup c. Clinipette d. Rak sampel
-------------	---	--

LANGKAH KERJA	:	1. Cara Kalibrasi - Pipet sejumlah volume kalibrator dan masukkan kedalam sampel cup - Letakkan pada rak kalibrator di alat terkait - Kerjakan seperti pada program kalibrasi alat terkait 2. Mengerjakan Kontrol - Kontrol dikerjakan sesudah hasil kalibrasi memenuhi syarat - Pipet sejumlah volume kontrol dan masukkan ke dalam sampel cup - Letakkan pada rak kontrol alat terkait - Kerjakan kontrol sesuai IK alat terkait 3. Melakukan pemeriksaan sampel Sesudah hasil kalibrasi dan kontrol memenuhi syarat, lakukan pemeriksaan untuk sampel - Pipet 100 μL sampel ke dalam sampel cup - Letakkan pada rak sampel alat terkait - Kerjakan sampel sesuai IK alat terkait
----------------------	---	--

Nilai Rujukan: 6-20 mg/dl

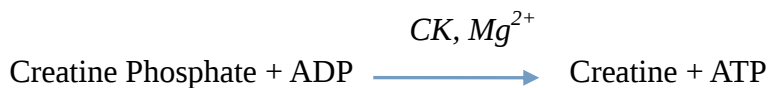
Lampiran 4: Prosedur Pengambilan Darah Kreatin Kinase

TUJUAN :

Uji in vitro untuk mengukur aktifitas creatine kinase secara kuantitatif dalam serum dan plasma manusia. Pengukuran ini digunakan untuk mendiagnosa dan *pengobatan infark miokard* dan penyakit otot seperti *penyakit distrofi otot progresif Duchene*.

PRINSIP PEMERIKSAAN :

Creatine Kinase bereaksi dengan creatine phosphate dan ADP membentuk ATP dimana akan berikatan dengan reaksi hexokinase- G6PD, menghasilkan NADPH. Konsentrasi dari peningkatan NADPH ini diukur pada absorbans 340/410 nm.



METODE : NAC Activated, IFCC

METODE REFERENCE : IFCC

SAMPEL :

- (i) Jenis : Serum dan Plasma (Li-heparin)
- (ii) Volume : 50 - 100 μL
- (iii) Stabilitas : 2 hari pada 15 – 25°C, 7 hari pada 2 – 8°C, 4 minggu pada (-15) – (-25)°C

REAGEN :

- (i) Katalog : 07498541 R1 : 7 X 20 mL
R1 Mix : 7 X 350 mg
7 X 140 tes
- (ii) Jenis : R1 : Sodium azide 0.02%
R1 Mix : ADP 2.0 mmol/L

AMP 5.0 mmol/L
Diadenosine pentaphosphate 10 µmol/L
NADP 2.0 mmol/L
HK > 2.5 U/mL
G6PD > 1.5 U/mL
N-Acetyl-L-cysteine 20 mmol/L
Creatine phosphate 30 mmol/L

- (iii) Stabilitas : a. Reagen yang belum dibuka stabil sampai kadaluarsa pada 2 – 8°C
b. *On-board*, stabil 10 hari

(iv) Penanganan Reagen:

- 1). Pindahkan isi botol dari R1 mix ke dalam botol R1 yang terpisah.
- 2). Bilas botol R1 mix dengan larutan R1 beberapa kali
- 3). Pindahkan seluruh isi R1 mix ke dalam botol R1 *wedge*.
- 4). Sebelum digunakan campur perlahan reagen, hindarkan terjadinya gelembung dan pastikan homogenitasnya.

(v) *FDA Approve/CE : Compliance with CE*

Catatan : Tidak diperbolehkan melakukan pencampuran reagen antar botol

ALAT : a. Advia 1650/1800 c. Rak sampel
b. Clinipette d. Sampel cup

LANGKAH KERJA :

1. Cara kalibrasi dan RBL

- a. Pilih Multipnt.smp Analyze, kemudian pilih TT No. 98 atau 99 untuk memilih nomor STT tray
 - b. Pilih One-pnt.smp Analyze. Kedua tipe kalibrasi dapat dipilih.
 - c. Pilih Ordinary calib. Atau Special calib.
 - d. Jika ada tes-tes yang tidak ingin dikalibrasi, pilih Temp.item select.
 - e. Jika ada kalibrator-kalibrator yang tidak ingin dikerjakan, pilih Temp.sample select.
- Jika hanya ingin melakukan reagent baseline (RBL) atau blank rate, pilih blank solution.

2. Melakukan kontrol

- a. Pilih Control smp. Analyze
- b. Jika ada tes yang tidak ingin dikerjakan kontrol, pilih Temp. item select.
- c. Jika ada kontrol-kontrol yang tidak ingin dikerjakan, pilih Temp.sample select.

3. Melakukan pemeriksaan sampel dari SST

- a. Pastikan sampel sudah diletakkan.
- b. Di Ordinary sample area, disamping Routine smp. Pilih Analyze.
- c. Untuk menentukan cara identifikasi sampel, di Ordinary sample area, disamping Analyze mode, pilih Barcode atau Cup posi.
Jika memilih Barcode, alat akan men-scan seluruh barcode di STT tray
Jika memilih scan untuk posisi tunggal atau untuk barisan beberapa posisi lakukan langkah-langkah berikut ini :

1. Pada kotak sebelah kanan Analyze, masukkan barisan posisi yang ingin di scan.
Contoh : Jika memasukkan 50 dan 60. Alat menscan barcode yang terdapat didalam rentang tersebut dan hanya akan mengaspirasi dari posisi tersebut dimana barcode tersebut berada.
2. Jika menginginkan alat mengaspirasi sampel dari posisi tertentu atau barisan beberapa posisi tertentu, pilih Cup posi.
3. Masukkan nomor tray.
4. Di kotak sebelah kanan Analyze, masukkan posisi atau barisan posisi yang sampel sampelnya ingin diaspirasi.

- d. Pilih Temp.cup/tube select untuk merubah tipe wadah dan memilih prioritas pemrosesan sampel. Kita dapat memilih lebih dari 1 posisi pada saat bersamaan dan menentukan jenis wadah yang sama untuk semuanya.
- e. Untuk memulai pemeriksaan, pilih **START**

NILAI RUJUKAN : Perempuan < 167 U/L

Laki-laki < 190 U/L

INTERPRETASI HASIL : Hasil normal jika lebih kecil dari nilai rujukan

Hasil abnormal jika lebih besar dari nilai rujukan

Lampiran 5: Surat Keterangan Lolos Kaji Etik



UNIVERSITAS INDONESIA FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT

KAMPUS BARU UNIVERSITAS INDONESIA DEPOK 16424, TELP. (021) 7864975, FAX. (021) 7863472

KOMISI AHLI RISET DAN ETIK RISET FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT UNIVERSITAS INDONESIA

SURAT KETERANGAN

Nomor: 187/H2.F10/PPM.00.02/2015

Setelah menelaah usulan dan protokol penelitian di bawah ini, Komisi Ahli Riset dan Etik Riset Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia, menyatakan bahwa penelitian dengan judul :

"Pengaruh Pemberian Minuman Elektrolit Berkarbohidrat Terhadap Kadar Ureum Darah, Kreatinin Kinase Darah, dan Performa Pada Atlet Dayung Nasional Tahun 2015"

Lokasi Penelitian : Pelatnas Dayung Jatiluhur, Purwakarta, Jawa Barat
Waktu Penelitian : April 2015
Responden/Subyek Penelitian : Atlet Dayung Nasional
Peneliti Utama : Fitria
Mahasiswa Program Studi Magister Kesehatan Masyarakat
NPM: 1206300826

Telah melalui prosedur kaji etik dan dinyatakan layak untuk dilaksanakan

Demikianlah surat keterangan lolos kaji etik ini dibuat untuk diketahui dan dimaklumi oleh yang berkepentingan dan berlaku sejak 13 April 2015 sampai dengan 13 April 2016.

Depok, 13 April 2015

Sekretaris,

Prof. Dr. dr. Sudijanto Kamso, SKM
NPM: 101203001

Lampiran 6. Beberapa Hasil Penelitian tentang Karbohidrat

Penulis	Sampel	Intervensi	Jumlah Sampel	Durasi	Hasil
Winaktu (1998)	Atlet Dayung Nasional Perahu Naga	- Apel atau pisang - Minuman karbohidrat elektrolit 6%	24 putri	7 hari	- terjadi penurunan kadar ureum darah secara signifikan * - terjadi penurunan kadar kreatin kinase darah tapi tidak signifikan - terjadi peningkatan kecepatan secara signifikan *
Miles, <i>et al.</i> , (2006)	Non atlet	2 grup: - Minuman karbohidrat sebanyak 0,8 g/kgBB/jam - minuman karbohidrat 0,4 g/kgBB/jam	- 18 pria - 14 wanita	1 hari selama latihan	Pemberian karbohidrat tidak berpengaruh terhadap kadar kreatin kinase darah
Miles, <i>et al.</i> , (2007)	<i>Non-weight-trained individuals</i>	2 grup: - minuman karbohidrat sebanyak 0,25 g/kgBB/jam - placebo	8 orang	1 hari	Pemberian karbohidrat tidak berpengaruh terhadap kadar kreatin kinase darah
Highton, <i>et al.</i> , (2012)	Atlet sepakbola dan Rugby	Minuman karbohidrat 8 %	-7 atlet sepakbola - 2 atlet rugby	1 hari (setiap 15 menit selama latihan)	Terjadi penurunan kadar ureum darah secara signifikan *
Millard-Stafford, <i>et al.</i> , (1992)	Atlet lari	2 grup: - minuman karbohidrat 7% - placebo	8 orang	1 hari (30 menit sebelum latihan dan tiap lari 5 Km)	Terjadi penurunan kadar ureum darah tapi tidak signifikan
Ganio, <i>et al.</i> , (2010)	Atlet sepeda	3 grup: - minuman karbohidrat elektrolit 7 % + vitamin, taurin, dan kafein - minuman karbohidrat elektrolit 6 % - placebo	14 pria	1 hari (sebelum dan tiap 15 menit selama latihan)	Total kerja lebih baik pada atlet yang diberikan minuman karbohidrat 6% dibandingkan placebo tapi tidak bermakna

Penulis	Sampel	Intervensi	Jumlah Sampel	Durasi	Hasil
Coletta, <i>et al.</i> , (2013)	Atlet lari	4 grup: - placebo - CHO - CHO – CHO - CHO – P	12 pria	1 hari	Waktu tempuh tidak berbeda bermakna
Pritchett, <i>et al.</i> , (2008)	Atlet	2 grup: - placebo / air putih - air putih + <i>nutritional bar</i>	10	1 hari (15 atau 60 menit sebelum latihan)	Performa tidak berbeda bermakna
Nicholas, <i>et al.</i> , (1997)	Non-atlet	2 grup: - 10 gr/kgBB/hari karbohidrat - diet normal	6 pria	22 hari	Kemampuan berlari meningkat signifikan *
Pitsiladis and Maughan (1999)	Atlet sepeda	<i>Carbohydrate Loading</i> : karbohidrat tinggi (80%) setelah <i>depletion trial</i> KH 10%	6	4 hari	Waktu kelelahan meningkat signifikan *
Simonsen, <i>et al.</i> , (1991)	Atlet dayung <i>rowing</i>	2 grup - 5 gr/kgBB/hari KH - 10 gr/kgBB/hari KH	12 pria 10 wanita	4 minggu	Performa (<i>power output</i>) meningkat signifikan pada kelompok yang diberi KH sebanyak 10 gr/kgBB *

* secara statistik bermakna