

**PENGARUH PEMBERIAN VCO (*Virgin Coconut Oil*) TERHADAP
KADAR SOD DAN TESTOSTERON PADA TIKUS PUTIH GALUR
WISTAR DENGAN AKTIVITAS FISIK BERAT**

TESIS

Untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat Sarjana S-2

Magister Ilmu Biomedik



Witri Lathifah

MBK 1914010165

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU BIOMEDIK FAKULTAS
KEDOKTERAN UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNGSEMARANG**

2021

PENELITIAN
PENGARUH PEMBERIAN VCO (*Virgin Coconut Oil*)
TERHADAP KADAR SOD DAN TESTOSTERON PADA TIKUS
PUTIH GALUR WISTAR DENGAN AKTIVITAS FISIK
BERAT

(Studi Eksperimental Pada Tikus Jantan Galur Wistar)

disusun oleh :

Witri Lathifah
MBK. 1914010165

yang akan dipertahankan di depan Tim Penguji
pada 22 Desember 2021

dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima,

Menyetujui,
Pembimbing

Pembimbing I,

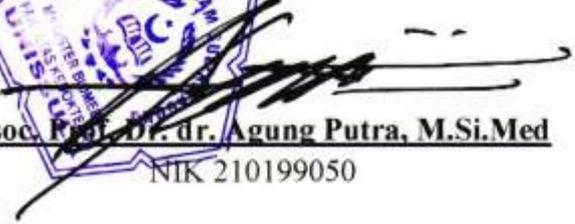
Pembimbing II,


Dr.dr.Chodidjah.M.Kes
NIK. 210186023


Dr.dr.Hadi Sarosa,M.Kes
NIK. 210101059

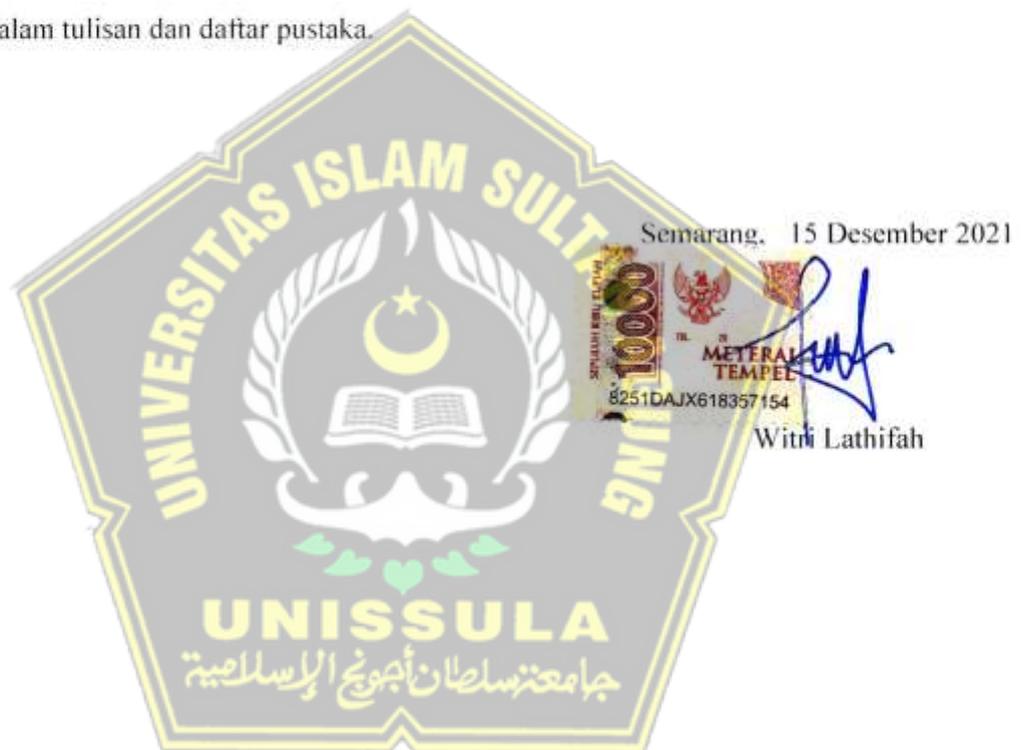
Digitally signed
by Hadi Sarosa
Date: 2021.12.26
15:01:36 +0700

Mengetahui,
Ketua Program Studi Magister Ilmu Biomedik
Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung Semarang


Assoc. Prof. Dr. dr. Agung Putra, M.Si.Med
NIK 210199050

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan di dalamnya tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan lembaga pendidikan lainnya. Pengetahuan yang diperoleh dari hasil penerbitan maupun yang belum / tidak diterbitkan, sumbernya dijelaskan di dalam tulisan dan daftar pustaka.



RIWAYAT HIDUP

1. Identitas Diri

Nama : Witri Lathifah
Tempat / tanggal lahir : Magetan, 25 Desember 1996
Agama : Islam
Jenis Kelamin : Perempuan

2. Riwayat Pendidikan Formal

1. TK 'Aisyiyah 1 : Lulus tahun 2006
2. SDN Candirejo Magetan : Lulus tahun 2011
3. MTsN 10 Magetan : Lulus tahun 2013
4. MAN 2 Magetan : Lulus tahun 2015
5. Universitas 'Aisyah Surakarta : Lulus tahun 2019
6. Magister Ilmu Biomedik FK UNISSULA : 2019- sekarang

3. Riwayat Keluarga

Nama Orang Tua
Ibu : Esti Dwi Rahmawati Masduki
Ayah : Suratno
Nama Saudara Kandung
Saudara 1 : Titis Sukma Adi Ratistya
Saudara 2 : Damay Khusnul Mirza Ratistya
Adik : Abdullah Hanif

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan yang Maha Esa, atas segala karunia dan ridho-NYA, sehingga tesis dengan judul “*Pengaruh Pemberian Vco (Virgin Coconut Oil) Terhadap Kadar SOD Dan Testosteron Pada Tikus Putih Galur Wistar Dengan Aktivitas Fisik Berat*” ini dapat diselesaikan.

Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Magister Biomedik di program studi Ilmu Biomedik Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya, kepada :

1. Rektor Universitas Islam Sultan Agung Semarang, Bapak Drs. H. Bedjo Santoso, M.T.,Ph.D
2. Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung Semarang, Bapak Dr. dr. H. Setyo Trisnadi Sp.KF. SH.
3. Ketua Program Studi Magister Ilmu Biomedik, Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung Semarang, Assoc. Prof. Dr. dr. Agung Putra, M.Si.Med.
4. Prof. Dr. dr. Taufiqurrachman N, M.Kes, Sp.And (K), Alm atas bimbingan, arahan dan waktu yang telah diluahkan kepada penulis untuk berdiskusi selama menjadi dosen pembimbing.
5. Ibu Dr. dr. Chodidjah, M.Kes atas bimbingan, arahan dan waktu yang telah diluahkan kepada penulis untuk berdiskusi selama menjadi dosen pembimbing pertama.
6. Bapak Dr.dr.Hadi Sarosa,M.Kes selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan masukan dan saran serta menyempatkan waktu kesibukannya saat bimbingan tesis.
7. Bapak Dr. dr. H. Setyo Trisnadi Sp.KF. SH selaku penguji pertama yang telah memberikan masukan dan saran serta menyempatkan waktu kesibukannya saat bimbingan tesis.

8. Bapak Dr. dr. H. Joko Wahyu Wibowo, M.Kes selaku penguji kedua yang telah memberikan masukan dan saran serta menyempatkan waktu kesibukannya saat bimbingan tesis.
9. Ibu Dr. Ir. Hj. Titiek Sumarawati, M.Kes selaku penguji pertama yang telah memberikan masukan dan saran serta menyempatkan waktu kesibukannya saat bimbingan tesis.
10. Seluruh Dosen Program Studi Magister Ilmu Biomedik, yang telah memberikan arahan dan bimbingan untuk mendalami ilmu Biomedik.
11. Teman yang selalu ada dan sebagai penyemangat saya terima kasih atas segala motivasi, perhatian, dan dukungan yang telah diberikan selama ini.
12. Kepada semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Dengan keterbatasan pengalaman, ilmu maupun pustaka yang ditinjau, penulis menyadari bahwa tesis ini masih banyak kekurangan dan pengembangan lanjut agar benar benar bermanfaat. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran agar tesis ini lebih sempurna serta sebagai masukan bagi penulis untuk penelitian dan penulisan karya ilmiah di masa yang akan datang.

Akhir kata, penulis berharap tesis ini memberikan manfaat bagi kita semua terutama untuk pengembangan ilmu pengetahuan yang ramah lingkungan.

Wassalammua'laikum warohmatullahi wabarakatuh

Semarang, 06 Agustus 2021



Witri Lathifah

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	<i>i</i>
HALAMAN PERSETUJUAN	<i>ii</i>
HALAMAN PERNYATAAN	<i>iii</i>
RIWAYAT HIDUP	<i>iv</i>
KATA PENGANTAR	<i>v</i>
DAFTAR ISI	<i>vii</i>
DAFTAR GAMBAR	<i>ix</i>
DAFTAR TABEL	<i>x</i>
DAFTAR LAMPIRAN	<i>xi</i>
DAFTAR SINGKATAN	<i>xii</i>
ABSTRAK	<i>xiv</i>
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Umum	4
1.4 Tujuan Khusus	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Originalitas Penelitian.....	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 SOD.....	7
2.2 Testosteron	11
2.3 Radikal Bebas dan Stres Oksidatif.....	16
2.4 Aktivitas Fisik	19
2.5 Deskripsi dan Taksonomi Buah Kelapa.....	27
2.6 VCO	29
2.7 Pengaruh VCO terhadap kadar SOD dan Testosteron pada Aktivitas Fisik Berat	31

BAB III. KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS	
3.1 Kerangka Teori.....	34
3.2 Kerangka Konsep	35
3.3 Hipotesis.....	36
BAB IV. METODE PENELITIAN	
4.1 Jenis dan Rancangan Penelitian	37
4.2 Populasi	38
4.3 Variabel dan Definisi Operasional	40
4.4 Instrumen dan Bahan Penelitian.....	42
4.5 Cara Penelitian	42
4.6 Tempat dan Waktu Penelitian	47
4.7 Analisis Data	47
BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN	
5.1 Hasil Penelitian	48
5.2 Pembahasan.....	53
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1 Kesimpulan	59
4.1 Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA	60



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Superoksida Dismutase	7
2.2 Perubahan superoksida menjadi hidrogen peroksida dan oksigen.....	8
2.3 Struktur Kimia Hormon Testosteron.....	11
2.4 Aksis Hipotalamus-Hipofisis-Testis	14
2.5 Aktivitas Terhadap Penangkapan Radikal Bebas DPPH Ekstrak VCO	30
3.1 Skema Kerangka Teori.....	35
3.2 Skema Kerangka Konsep	36
4.1 Skema Kerangka Penelitian	37
5.1 Rerata dan SD SOD	51
5.2 Rerata dan SD Testosteron.....	53



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1.1 Original Penelitian	5
5.1 BB, kadar SOD dan Testosteron	48



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

Halaman

1. Konversi Dosis Hewan dan Manusia	65
2. Berat Badan Perperiode pada Berbagai Kelompok.....	66
3. Data Hasil Sebelum dan Sesudah Aktivitas Fisik	67
4. Rerata, SD, Uji Normalitas dan Homogenitas	68
5. Hasil Uji Kadar SOD dan Testosteron dengan Uji Anova	70
6. Hasil Uji Beda Antar Kelompok Perlakuan.....	71
7. Uji Normalitas dan Homogenitas BB Tikus	72
8. Hasil Uji Kadar BB Tikus Sebelum dan Sesudah.....	73
9. Hasil Uji Beda BB Tikus	74
10. Dokumentasi Penelitian	75
11. Ethical Clearance	77
12. Surat Keterangan Bebas Lab.....	78
13. Surat Keterangan Penelitian.....	79

DAFTAR SINGKATAN

ATP	: Adenosin Tri Phospat
BB	: Berat Badan
BTB	: Blood Testis Barrier
cAMP	: Cyclic Adenosine Monophospate
CAT	: Catalase
CO ₂	: Karbon dioksida
DHT	: Dihydrotestosteron
DPPH	: A-Diphenyl-B-Picrilhydrazyl
ELISA	: Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
FSH	: Follicle Stimulating Hormone
GnRH	: Gonadotrophin Releasing Hormon
GPx	: Glutation Peroksidase
Gred	: Glutation Reduktase
H ₂ O	: Air
H ₂ O ₂	: Hydrogen Peroxide
LCT	: Long Chain Triacylgliccrols
LH	: Luteinizing Hormon
MCT	: Medium Chain Triacylgliccrols
MDA	: Malondialdehyde
O ₂	: Oksigen
O ₂ ⁻	: Anion Superoxide
OH ⁻	: Hidroksil superoksida
OOH ⁻	: Peroxyl Radikal
PCr	: Phosphocreatine
PUFA	: Polyunsaturated fatty acid
RAL	: Rancangan Acak Lengkap
RNS	: Reactive Nitrogen Spesies
ROS	: Reactive Oxygen Species
SHBG	: Sex Hormon Binding Globulin

SOD : *Superoxide Dismutase*
TFA : *Trans Fatty Acid*
VCO : *Virgin Coconut Oil*



PENGARUH PEMBERIAN VCO (*Virgin Coconut Oil*) TERHADAP KADAR SOD DAN TESTOSTERON PADA TIKUS PUTIH GALUR WISTAR DENGAN AKTIVITAS FISIK BERAT

ABSTRAK

Latar Belakang : Aktivitas fisik berat merupakan proses metabolisme tubuh dengan peningkatan konsumsi oksigen yang menghasilkan peningkatan *reactive oxygen species* (ROS). Ketidakseimbangan antara produksi ROS dan antioksidan endogen dikenal sebagai stres oksidatif. Stres oksidatif mengakibatkan kerusakan sel Leydig dan sel sertoli dalam testis yang menurunkan kadar testosteron sehingga mengakibatkan infertilitas. Tujuan : Untuk mengetahui pengaruh pemberian Virgin Coconut Oil (VCO) terhadap perubahan kadar SOD dan Testosteron.

Metode : Penelitian ini menggunakan ekperimental laboratorium dengan pendekatan *post test only control group design*. Subyek penelitian sebanyak 24 ekor tikus galur wistar yang masuk kriteria inklusi dibagi menjadi 4 kelompok secara acak yaitu K1, P1, P2 dan P3. Kelompok K1 diberikan pakan standard tanpa di beri aktivitas fisik berat dan P1 diberi pakan standard dengan aktivitas fisik berat. Kelompok P2 dan P3 diberi VCO dengan dosis 0,9 mL/200 g BB/ hari dan 0,45 mL/200 g BB/ hari. Pada hari ke 28 dilakukan pengambilan darah untuk pemeriksaan kadar SOD dan Testosteron. Data di analisis menggunakan uji normalitas dengan uji *Shapiro Wilk* dan uji homogenitas data dengan uji *Levene test*. Hasil : Rerata kadar SOD dan Testosteron tertinggi pada kelompok P2 dibanding kelompok P3, P1, dan K1. Uji *One Way Anova* pada kadar SOD dan Testosteron menunjukkan perbedaan signifikan terhadap antar kelompok dengan nilai $p = 0,000$.

Kesimpulan : Pemberian VCO dengan dosis 0,9 mL/ 200 g BB/ hari dan 0,45 mL/ 200 g BB/ hari, dapat meningkatkan kadar SOD dan Testosteron pada tikus jantan galur wistar dengan aktivitas fisik berat.

Kata kunci : Aktivitas fisik berat, SOD, Testosteron

EFFECT OF GIVING VCO (Virgin Coconut Oil) ON SOD AND TESTOSTERONE LEVELS IN WISTAR STAND WHITE RATS WITH HAVEN PHYSICAL ACTIVITY

ABSTRACT

Background: Strenuous physical activities is a body metabolic process with increase in oxygen consumption which result in the escalation of ROS. The imbalance between the production of ROS and endogenous antioxidants is known as oxidative stress. Oxidative stress inflict damage to both leydig cell and sertoli cell on the testicle which reduce the level of testosterone that can result in infertility. **Purpose:** To find the impact of presenting VCO to level change of SOD and testosterone.

Method: The method used for this research was a laboratorium experiment with post test only control group design approach. As much as 24 galur wistar rats which falls under inclusive criteria were divided into 4 groups at random; K1, P1, P2, and P3. K1 group was feed with standard diet without being given any strenuous activities while P1 group was feed with standard diet and was given strenuous activities. P2 and P3 group were given VCO with doses each at 0,9ml/200g weight/day and at 0,45ml/200g weight/day. On the 28th day, blood sample was drawn to examine the level of SOD and testosterone. Data collected was anaylized by normality test with shapiro wilk test and by data homogeneity test with levene test.

Result: The highest average level of SOD and testosterone was present in P2 group compared to P3, P1, and K1 group. One way anova test in SOD and testosterone level shown a significant difference in between groups with value of $p = 0,000$.

Conclusion: Presenting doses of VCO at 0,9ml/200g weight/day and at 0,45ml/200g weight/day can result in the increase of SOD and testosterone's level in male galur wistar rat with given strenuous avtivities.

Keyword : *Testosterone, SOD, Phisical Activity*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aktivitas fisik berat merupakan proses metabolisme tubuh dengan peningkatan konsumsi oksigen yang menghasilkan peningkatan *reactive oxygen species* (ROS).¹ Peningkatan produksi ROS dapat merusak lipid, protein, DNA, dan menurunkan fungsi sel ke arah kematian sel dengan nekrosis atau apoptosis yang turut berperan dalam berbagai penyakit.² Ketidakseimbangan antara produksi ROS dan antioksidan endogen dikenal sebagai stres oksidatif.³ Stres oksidatif mengakibatkan kerusakan sel Leydig dan sel sertoli dalam testis yang menurunkan kadar testosteron sehingga mengakibatkan infertilitas.⁴ Antioksidan endogen yang dihasilkan oleh tubuh salah satunya yaitu enzim *superoxide dismutase* (SOD) mengalami penurunan akibat peningkatan ROS, sehingga dibutuhkan antioksidan dari luar tubuh seperti *Virgin Coconut Oil* (VCO). Kandungan antioksidan di dalam VCO pun sangat tinggi seperti tokoferol dan polifenol yang dapat berperan sebagai antioksidan, sehingga diharapkan dapat mengurangi stres oksidatif akibat aktivitas fisik berat yang ditandai oleh peningkatan SOD dan testosteron. Namun hingga saat ini masih sedikit data mengenai penelitian pengaruh VCO terhadap SOD dan testosteron.

Secara keseluruhan, 45% orang dewasa (48% pria dan 43% wanita) aktif melakukan aktivitas fisik berat selama setidaknya 30 menit lima hari atau lebih dalam seminggu yang setara dengan berjalan cepat, atau setidaknya 20

menit tiga hari atau dalam seminggu melakukan kegiatan yang energik, setara dengan berlari, melakukan pekerjaan lapangan berat, atau senam aerobik.⁵ Kejadian infertilitas di dunia sekitar 50 sampai 80 juta dari populasi melahirkan di seluruh dunia. Di negara maju seperti Amerika Serikat orang yang mengalami infertil sebanyak 5 juta orang sedangkan di negara berkembang seperti Kazakhtan sebesar 43,7%. Indonesia pada tahun 2015 sebesar 40% infertil yang dialami perempuan, 40% pada laki-laki dan 30% yang dialami pada keduanya.⁶

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Sinaga menyebutkan bahwa dengan mengkonsumsi VCO secara signifikan dapat menurunkan kadar *Malondialdehid* (MDA) pada tikus dengan aktivitas fisik maksimal selama 4 minggu.⁷ Sebuah penelitian menunjukkan bahwa dengan mengkonsumsi VCO dalam bentuk suplemen secara signifikan dapat meningkatkan aktivitas SOD pada tikus akibat efek negatif parasetamol dengan dosis 5kali/hari selama 21 hari.⁸ Penelitian lain pada hewan coba membuktikan bahwa penambahan VCO 6% dalam pengencer Tris-kuning telur lebih efektif dalam mempertahankan kualitas semen cair sapi bali.⁹ Penelitian lain menunjukkan rerata jumlah spermatozoa pada tikus yang diberi diet lemak tinggi dan penambahan VCO sebesar 1 ml; 1,2 ml; dan 2 ml, dapat meningkatkan jumlah spermatozoa dibanding dengan tikus yang diberi diet lemak tinggi tanpa penambahan VCO.¹⁰

Aktivitas fisik berat menyebabkan terjadinya peningkatan pengikatan oksigen sebesar 10-20 kali oleh tubuh sehingga ROS meningkat. Stres

oksidatif ditandai dengan oksidan berlebih dan antioksidan dalam tubuh salah satunya SOD menurun yang menyebabkan kerusakan sel.¹¹ Kerusakan sel otak tepatnya hipotalamus menyebabkan hormon LH (*Luteinizing Hormone*) dan FSH (*Follicle Stimulating Hormone*) menurun, menurunnya hormon LH dan FSH akan mengganggu kerja sel dalam testis yaitu sel leydig dan sel sertoli. Kerusakan sel leydig dan sel sertoli akan menurunkan kadar testosteron yang mengakibatkan terjadinya infertil.^{12,13} Konsumsi VCO yang mengandung tokoferol dan β -karoten memiliki kemampuan utama sebagai antioksidan yang mampu menyeimbangkan SOD dengan radikal bebas didalam tubuh, serta asam lemak berupa asam lemak rantai panjang, rantai sedang dan vitamin E akan mengalami metabolisme menjadi energi dan kolesterol yang mampu meningkatkan produksi hormon testosteron.¹⁴ VCO sebanyak 0,9 dan 0,45 mL/200 g BB/hari diharapkan akan meningkatkan SOD dan menurunkan ROS sehingga kerusakan sel otak dan sel leydig kembali normal kemudian SOD dan kadar testosteron meningkat. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh VCO terhadap kadar SOD dan testosteron pada aktivitas fisik berat.

1.2 Perumusan Masalah

Bagaimana pengaruh VCO terhadap peningkatan kadar Superoksida Dismutase (SOD) dan kadar testosteron pada tikus jantan wistar yang diberi aktivitas fisik berat ?

1.3 Tujuan Umum

Secara umum tujuan dari penelitian ini untuk membuktikan pengaruh VCO terhadap peningkatan kadar SOD dan Testosteron pada aktivitas fisik berat.

1.4 Tujuan Khusus

1.4.1 Mengetahui pengaruh pemberian VCO terhadap kadar Superoksida Dismutase dan kadar testosteron pada tikus wistar jantan dengan aktivitas fisik berat dan pada kelompok kontrol.

1.4.2 Mengetahui perbedaan kadar Superoksida Dismutase dan kadar testosteron terhadap kelompok yang menggunakan VCO dengan dosis 0,9 dan 0,45 mL/200 g BB/hari pada tikus jantan dengan aktivitas fisik berat.

1.4.3 Mengetahui perbedaan pengaruh VCO terhadap kadar SOD dan kadar testosteron tikus yang diberi aktivitas fisik berat dan VCO terhadap kelompok kontrol dan kelompok perlakuan.

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Manfaat Teoritis

Dapat membuktikan pengaruh VCO terhadap peningkatan kadar SOD dan kadar testosteron pada tikus jantan galur wistar yang diberi aktivitas fisik berat.

1.5.2 Manfaat Praktis

Mengembangkan pemanfaatan VCO sebagai bahan alam yang bermanfaat dan aman bagi kesehatan tubuh

1.6 Originalitas Penelitian

Peneliti	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Sella Widya Astuti, Enny Yusuf Wachidah Yuniwati, Muhammad Anwar Djaelani, 2017. ¹⁵	Respon Pemberian <i>Virgin Coconut Oil</i> dan <i>Olive Oil</i> terhadap Mikroanatomi Testis Tikus Putih Jantan (<i>Rattus Norvegicus</i>)	Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL)	Terdapat peningkatan yang signifikan sehingga pemberian VCO dan <i>Olive Oil</i> mampu menginduksi proses pembelahan spermatogonia.
Luh Sri Gunawati, I Ketut Berata, Ni Luh Eka Setiasih, 2019. ¹⁶	Struktur Histopatologi Testis Tikus Wistar dengan Aktivitas Fisik Berlebih yang Diberikan Ekstrak Daun Kelor	Penelitian Eksperimental, rancangan <i>pre-post test control design group</i>	Pemberian ekstrak daun kelor dosis 300 mg/kgBB setelah aktivitas fisik berlebih menimbulkan perubahan struktur histopatologi peningkatan produksi sperma dibanding kelompok kontrol
Rosnike Merly Panjaitan, 2015. ¹⁷	Pengaruh Pemberian Minyak Kelapa Murni dan Minyak Kedelai terhadap Kolesterol Total pada Tikus Jantan	Penelitian Eksperimental	Analisis kelompok VCO menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$) dengan kelompok minyak kedelai dan kombinasinya.

Sehingga perbedaan dari penelitian-penelitian pada tabel 1.1 adalah belum ada yang meneliti tentang pengaruh *Virgin Coconut Oil* (VCO) terhadap kadar SOD dan kadar testosteron pada tikus jantan wistar yang diberi aktivitas fisik berat.

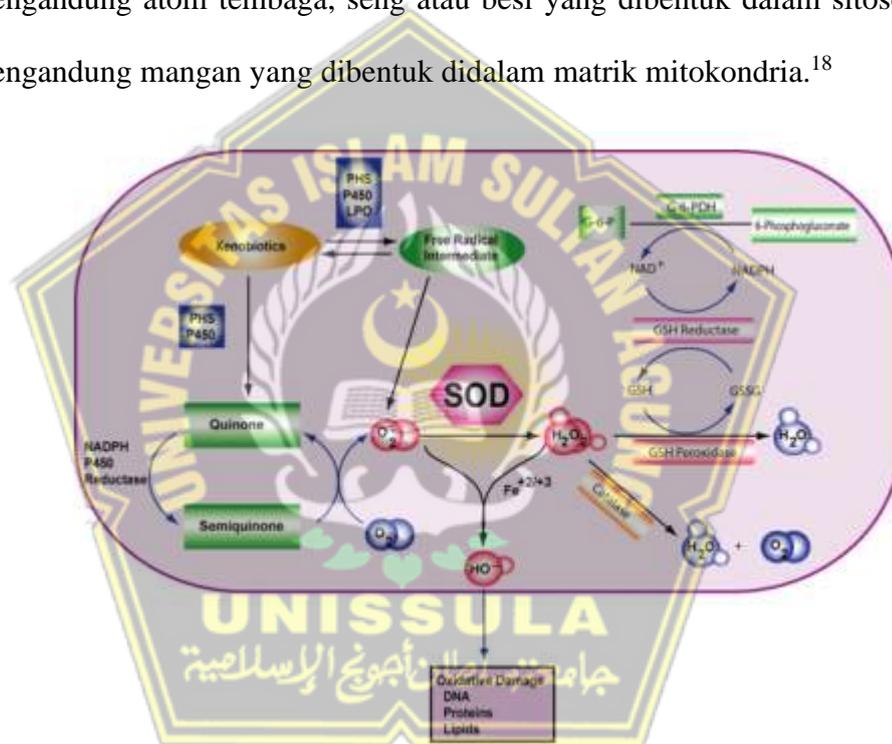
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Superoksida Dismutase (SOD)

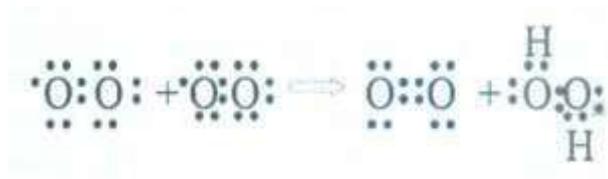
2.1.1 Definisi

Superoksida Dismutase (SOD) merupakan *metalloenzymes* yang mengandung atom tembaga, seng atau besi yang dibentuk dalam sitosol dan mengandung mangan yang dibentuk didalam matrik mitokondria.¹⁸



Gambar 2.1 Superoksida Dismutase (Sumber: Puspowardodjo¹⁹)

Enzim SOD merupakan antioksidan pertahanan tubuh pertama dalam menghadapi radikal bebas yang memiliki pengaruh sangat kuat.²⁰ Enzim SOD berfungsi untuk katalisator dari reaksi *dismutase* radikal bebas *anion superoksida* (O_2^-) menjadi *hidrogen peroksida* (H_2O_2) serta diubah menjadi molekul air oleh *glutathione peroksidase* dan enzim *catalase*.²¹



Gambar 2.2 Perubahan superoksida menjadi hidrogen peroksida dan oksigen (Sumber : Nurhayati¹⁵)

SOD biasa disebut *scavenging* radikal bebas yang mana keberadaannya dapat ditemukan hampir disemua jaringan atau organ tubuh.²² Keberadaan SOD berada di otak, hati, sel darah merah, ginjal, tiroid, testis, otot jantung, mukosa lambung, kelenjar pituitari, pankreas dan paru. SOD ditemukan pada seluruh makhluk hidup yang penting bagi perlindungan sistem aerobik untuk mencegah keracunan oksigen dan aktivitas SOD dapat dijadikan acuan pengukuran stress oksidatif dalam tubuh.²³

2.1.2 Mekanisme Kerja SOD

SOD merupakan salah satu enzim antioksidan intraseluler yang menjadi pertahanan untuk melawan radikal bebas. SOD ini berperan dalam mengkatalisis pemutusan anion superoksida (O_2^-) menjadi O_2 dan H_2O_2 . SOD juga lebih efektif dalam menetralkan ion pada anion superoksida, yang selanjutnya diubah menjadi H_2O_2 oleh glutathione. Normalnya pada manusia kadar SOD 0.79-1.01 u/mL. Enzim superoksida dismutase (SOD) yang terdapat di dalam sitosol dan mitokondria akan mengubah radikal superoksida (O_2^-) yang masih bersifat reaktif menjadi hidrogen peroksida (H_2O_2). Peroksida dikatalisis oleh enzim katalase (CAT) dan glutathion peroksidase (GPx). Enzim CAT mampu menggunakan satu molekul H_2O_2 sebagai substrat elektron donor dan satu molekul H_2O_2 menjadi substrat

elektron akseptor, sehingga 2 molekul H₂O₂ menjadi 2 H₂O dan O₂. Di dalam eritrosit dan jaringan lain, enzim glutathion peroksidase (GPx) mengkatalisis destruksi H₂O₂ dan lipid hidroperoksida dengan menggunakan glutathion tereduksi (GSH), melindungi lipid membran dan hemoglobin dari serangan oksidasi oleh H₂O₂, sehingga mencegah terjadinya hemolisis yang disebabkan oleh serangan peroksida. GSH akan dioksidasi menjadi GS-SG. Agar GSH terus tersedia untuk membantu kerja enzim GPx, maka GS-SG ini harus direduksi lagi menjadi GSH. Fungsi ini diperankan oleh enzim glutathion reduktase (GRed).²⁴ H₂O₂ yang tidak dikonversi menjadi H₂O, dapat membentuk radikal hidroksil reaktif (OH[•]).

2.1.3 Sintesis SOD

SOD diproduksi oleh sel-sel penghasil antioksidan endogen terkhusus pada inti dan sitoplasma sel, dan keberadaannya dapat ditemukan hampir disemua jaringan atau organ tubuh, yaitu di hati, ginjal, otak, pankreas, dan otot dengan sekresi terbanyak di hati dan otot.²⁵ Pengamatan kuantitatif dilakukan terhadap inti sel hati yang memberikan reaksi positif pada berbagai tingkat kandungan Cu,Zn- SOD dan yang memberikan reaksi negatif terhadap antioksidan pada penelitian tersebut.²⁶

2.1.4 Jenis-Jenis SOD

Hingga saat ini berdasarkan aspek biokimia dan molekuler pada mamalia terdapat 3 jenis superoksida dismutase yaitu SOD1, SOD2 dan SOD3 diantaranya:

- a. Senyawa SOD1 (CuZnSOD) merupakan enzim pertama yang dikarakteristik dan homodimer yang mengandung tembaga dan seng. Ditemukan pada mitokondria dan sitoplasma intraseluler. Senyawa ini dikenal sebagai antioksidan yang berfungsi untuk mengkatalisis superoksida menjadi hidrogen peroksida. Saat ini telah dilaporkan bahwa SOD1 berperan dalam pensinyalan oksidatif : sebagai respon terhadap peningkatan ROS, dimana SOD1 akan cepat berpindah ke dalam nukleus untuk menjaga stabilitas genom.²³
- b. Senyawa SOD2 (MnSOD) merupakan tetramer yang disintesis dan mengandung mangan yang berada di dalam mitokondria. Enzim MnSOD adalah antioksidan endogen yang dapat menangkap dan menguraikan radikal bebas di dalam sel menjadi zat yang kurang reaktif. Stres oksidatif menyebabkan kerusakan oksidatif lipid yang dapat dideteksi dengan peningkatan kadar *Malondialdehyde* (MDA) dalam sel.
- c. Senyawa SOD3 (ECSOD) tetramer yang mengandung tembaga dan seng dan disintesis mengandung peptida sinyal untuk mengarahkannya ke ruang ekstraseluler. Peranan SOD 3 adalah bekerja pada permukaan sel untuk melindungi sel dari stress oksidatif.²⁷

2.1.5 Faktor-faktor yang Mempengaruhi SOD

a. Usia

Fase transisi (35-45 tahun), mulai muncul gejala klinis dan kadar hormon menurun hingga 25 persen. Radikal bebas yang terbentuk menyebabkan penyakit kanker, arthritis, diabetes dan penyakit pada arteri

koronaria.

b. Obesitas

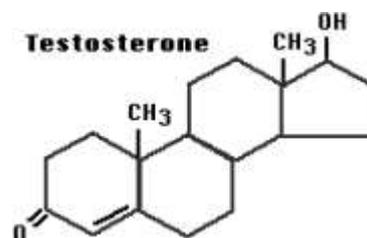
Peningkatan stres oksidatif pada kegemukan disebabkan oleh sintesis sitokin pro-inflamasi pada jaringan adiposa yang memengaruhi respon inflamasi dengan memproduksi spesies oksigen reaktif (ROS). ROS dalam jumlah berlebih akan mengoksidasi komponen lipid membran sel sehingga terjadi peroksidasi lipid.²⁸

c. Aktivitas Fisik Berat

Pada saat produksi radikal bebas melebihi antioksidan pertahanan seluler maka dapat terjadi stres oksidatif, dimana salah satu faktor penyebabnya adalah akibat aktivitas fisik yang dapat mengakibatkan kerusakan pada sel-sel.

2.2 Testosteron

Testosteron merupakan hormon seks laki-laki yang di sekresikan oleh testis dengan hormon lain yang disebut androgen yang mana testosteron terbentuk dari kolesterol.¹⁷



Gambar 2.3 Struktur Kimia Hormon Testosteron (*Sumber: Nugroho²⁶*)

Pada prinsipnya testosteron adalah hormon seks laki-laki yang ikut serta dalam menentukan perkembangan alat reproduksi sehingga dianggap paling

bertanggung jawab pada hormonal pria, baik primer (testis dan prostat) maupun sekunder (perkembangan otot, tulang dan rambut/bulu tubuh) dan pencegahan osteoporosis.²⁹ Testosteron dihasilkan oleh sel interstitial leydig jika testis dirangsang LH dari kelenjar hipofisis dan jumlah testosteron yang disekresi kira-kira sebanding dengan jumlah LH yang tersedia.¹³ Sel Leydig mengandung enzim dengan kadar tinggi yang dibutuhkan untuk perubahan langsung kolesterol menjadi testosteron. Produksi testosteron sebagian akan disekresikan ke dalam darah dan akan diedarkan ke sel-sel target. Sebagian lagi akan masuk ke tubulus seminiferus dan berperan penting dalam proses spermatogenesis testosteron masuk ke dalam tubulus seminiferus melewati sel sertoli. Sel sertoli mempunyai reseptor androgen khusus yang menjadi perantara efek testosteron.³⁰ Perubahan spermatogonia menjadi spermatosit dalam tubulus seminiferus dirangsang oleh FSH dari kelenjar hipofisis anterior. LH dan FSH disekresi oleh kelenjar hipofisis anterior akibat aktivitas saraf pada hipotalamus.¹³

Hormon testosteron juga disebut prohormon, untuk menjadi hormon yang fungsional testosteron masih harus diubah menjadi 5α -dehidrotestosteron (DHT) oleh 5α -reduktase. DHT terikat pada reseptor intraselluler, DHT beredar juga di dalam plasma darah dengan kadar kurang lebih 10% dari kadar testosteron. Testosteron membentuk suatu ikatan kompleks dengan reseptor intraselluler, sehingga mempengaruhi transkripsi beberapa gen pada DNA dalam nukleus. Dalam sel sasaran, ikatan antara reseptor dan testosteron kurang stabil dibanding ikatan DHT dengan reseptor, sehingga

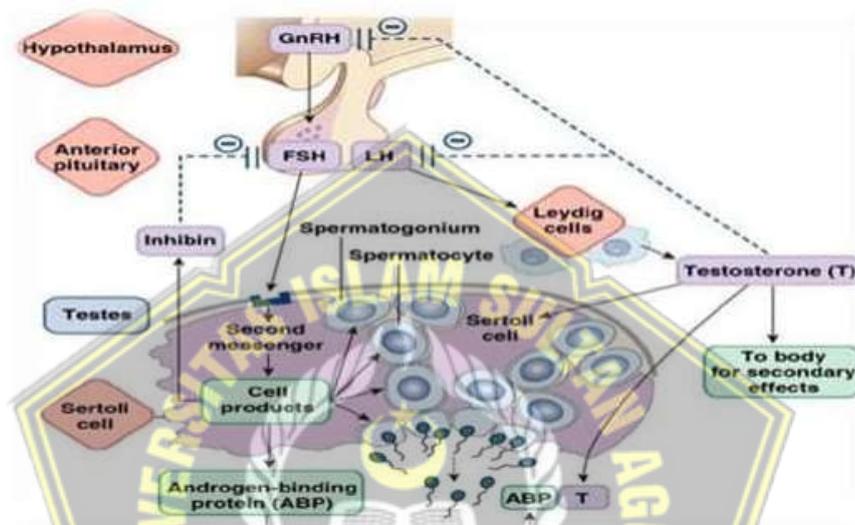
pembentukan DHT memperbesar kerja testosteron.³⁰

2.2.1 Sintesis dan Sekresi Testosteron

Sintesis dan sekresi hormon testosteron dilakukan oleh testis. Testis memproduksi antara 5-7 mg/hari atau sekitar 95% dari total produksi pada pria dewasa, sisanya diproduksi oleh zona retikularis korteks adrenal. Testosteron pada pria usia 20-39th adalah 400-1080ng/dL. Pelepasan testosteron mempunyai ritme sirkadian (*circadian rhythm*) dengan kadarnya yang terendah pada pukul 18.00-20.00 dan mencapai puncak pada pukul 06.00-08.00.³¹ Testosteron disintesis dari kolesterol bebas, sumber kolesterol bisa berasal dari sintesis pada sel Leydig dan sirkulasi. Pengaturan sintesis dan sekresi testosteron diatur melalui aksis hipotalamus-hipofise-testis. Hipotalamus mengeluarkan *Gonadotrophin Releasing Hormone* (GnRH) kemudian merangsang hipofise anterior sehingga mengeluarkan *Lutenizing Hormone* (LH) dan *Follicle-Stimulating Hormone* (FSH). Selanjutnya LH merangsang sel Leydig untuk mensekresi testosteron dengan meningkatkan *cyclic adenosine monophosphate* (cAMP) dan kadar kalsium intraseluler. Jika testosteron sudah berada dalam kadar normal, maka testosteron akan memberikan *negative feed backmechanismke* hipofise dan hipotalamus. Akibat hal tersebut sekresi testosteron berkurang, sehingga kadarnya selalu berada di kisaran normal. FSH berpengaruh terhadap sel sertoli untuk menginisiasi dan mempertahankan proses spermatogenesis yang menghasilkan sel spermatozoa. Selain itu, FSH juga merangsang sintesis dan pelepasan hormon inhibin dan activin dari sel Sertoli. Selanjutnya inhibin

menimbulkan *negative feed backmechanism* ke hipofisis sehingga menekan pelepasan FSH. Dengan demikian kadar FSH juga selalu berada pada kisaran normal.³²

2.2.2 Pengaturan Sekresi Testosteron



Gambar 2.4 Aksis Hipotalamus-Hipofisis-Testis (Sumber : Gusti³⁰)

Di daerah hipotalamus terdapat neuron-neuron peptinerjik yang mensekresikan GnRH. Hormon pelepas ini akan menstimulir sel-sel basofil pada bagian distalis lobus anterior hipofisis untuk mensekresi ICSH yang mengatur sekresi testosteron dan sedikit hormon steroid testis misalnya estradiol oleh sel interstitialis Leydig. Selanjutnya kenaikan konsentrasi testosteron dan estradiol sampai tingkat tertentu, secara umpan balik akan menghambat pembebasan GnRH oleh hipotalamus. Penghambatan ini akan menyebabkan pembebasan ICSH dari lobus anterior hipofisis terhambat sehingga testosteron dalam darah menjadi turun. Konsentrasi testosteron yang menurun merangsang pembebasan ICSH dari hipofisis, yang dapat menstimulasi produksi testosteron.³²

2.2.3 Pemeriksaan Testosteron

Pengukuran hormon testosteron dilakukan pada pagi hari pada saat hormon testosteron meningkat di pagi hari sebanyak 30%. Kadar hormon testosteron menunjukkan jumlah terendah pada jam 18.00-20.00.³¹ penurunan produksi dihydrotestosterone (DHT) atau testosterone bebas menyebabkan penurunan libido, berkurangnya frekuensi dan kualitas nocturnal tumescense, dan gangguan ereksi spontan. Sehingga hasil pengukuran kadar testosteron pada pemeriksaan di laboratorium tidak dapat dijadikan acuan untuk menilai penurunan kemampuan fungsi seksual pria. Kadar DHT normal pada pria berkisar antara 3-10,6 ng/ml, sedangkan pada wanita 0,1-0,9 ng/ml.

2.2.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Testosteron

a. Usia

Penurunan fungsi hipotalamus dan testis berhubungan dengan penurunan testosteron yang berkaitan dengan usia. Kelenjar pituitari kurang menghasilkan hormon LH sebagai hasil dari penurunan pelepasan hormon GnRH yang berkaitan dengan usia. Penurunan jumlah dan volume sel Leydig juga merupakan faktor yang berkontribusi terhadap terhambatnya produksi testosteron.³³

b. Gaya Hidup

Gaya hidup adalah kebiasaan hidup masing-masing individu yang akan mempengaruhi kesehatannya. Beberapa penelitian menyatakan bahwa penurunan hormon testosteron disebabkan adanya pengaruh gaya hidup seperti aktivitas fisik, kebiasaan merokok dan mengonsumsi minuman keras.

c. Asupan Makanan

Asupan makanan yang berhubungan atau yang dapat mempengaruhi kadar hormon testosteron di dalam tubuh adalah asupan protein dan lemak untuk makronutrientnya, sedangkan mikronutrien yang sekarang ini banyak diteliti dalam kaitannya dengan hormon testosteron adalah mikronutrien Zinc.

2.2.5 Kerusakan Sel Leydig dan Sel Sertoli

ROS dapat menghambat steroidogenesis dalam sel leydig dengan menarget transfer kolesterol pada mitokondria sel leydig. Gangguan transfer kolesterol dalam mitokondria sel leydig dapat menghambat sintesis pregnenolon yang membentuk testosteron.¹³ Efek ROS pada *Blood Testis Barrier* (BTB) yang terbentuk karena adanya *tight junction* antar sel sertoli adalah dapat merusak *tight junction* antar membran plasma sel tersebut. Selain itu, efek ROS dapat merusak sitoskeleton yang menyebabkan sel menjadi rapuh, terjadinya dislokasi nukleus sel sertoli, rusaknya membran plasma sel sertoli, dan rusaknya DNA sel sertoli yang berakhir pada apoptosis.³⁴

2.3 Radikal Bebas dan Stres Oksidatif

2.3.1 Radikal Bebas

Radikal bebas merupakan molekul yang relative tidak stabil. Untuk memperoleh kestabilannya, maka molekul yang bersifat reaktif tersebut akan mencari pasangan elektronnya, sehingga disebut juga sebagai *reactive oxygen species* (ROS).²³ Sel secara rutin menghasilkan radikal bebas dan

kelompok oksigen reaktif (*reactive oxygen species/ROS*) yang merupakan bagian dari proses metabolisme. Radikal bebas merupakan molekul yang relative tidak stabil, guna memperoleh kestabilannya maka molekul yang reaktif tersebut akan mencari pasangan elektronnya dengan cara mengambil dari sel lain.³⁵ Radikal bebas berusaha menstabilkan diri dengan mengambil elektron dari molekul lain. Dalam keadaan normal, pembentukan ROS dan aktivitas antioksidan seimbang di dalam sel. Apabila terjadi gangguan terhadap keseimbangan tersebut maka akan terjadi stress oksidatif yang mengakibatkan kerusakan beberapa sel. Molekul penting di dalam tubuh yang rentan dirusak oleh radikal bebas yaitu *deoxyribonucleic acid* (DNA), lemak, dan protein.²³ Radikal bebas sangat reaktif dan dengan mudah menjurus ke reaksi yang tidak terkontrol, menghasilkan ikatan silang (*crosslink*) pada DNA, protein, lipida, atau kerusakan oksidatif pada gugus fungsional yang penting pada biomolekulnya.³⁵

2.3.2 ROS pada Sel Otak

Otak adalah organ yang metabolismenya sangat aktif, sehingga menggunakan 20% dari total O₂ dan glukosa yang masuk ke dalam tubuh. Tingginya tingkat metabolisme energi di otak menyebabkan otak sensitif terhadap stres oksidatif.³⁶ Otak sangat rentan terhadap stres oksidatif karena menggunakan oksigen relatif besar dibanding massanya, memiliki kapasitas perbaikan sel yang rendah dan sifat jaringan otak yang tidak replikatif. Dengan berat yang hanya 2% dari berat tubuh total, otak mengkonsumsi sekitar 20% dari kebutuhan total oksigen tubuh. Jaringan otak terutama

terbentuk dari lipoprotein, dengan konsentrasi *poly unsaturated fatty acid* (PUFA) tinggi yang mudah mengalami peroksidasi lipid. Jaringan otak juga memiliki kadar ion-ion logam yang tinggi, dengan kapasitas antioksidasi endogen yang relatif rendah bila dibandingkan dengan organ-organ lain.³⁷

2.3.3 Stres Oksidatif

Stres oksidatif adalah suatu kondisi dimana produksi radikal bebas melebihi dari jumlah antioksidan di dalam tubuh. Kondisi yang tidak seimbang antara produksi ROS dan kadar antioksidan tersebut sangat potensial menyebabkan kerusakan sel pada semua organ tubuh.²⁵ Apabila produksi ROS seimbang dengan kapasitas antioksidan, mengarahkan sel pada pertumbuhan, *signaling*, dan *survival*. Pembentukan ROS berlangsung melalui reaksi yang dikatalisis oleh enzim oksidases, atau system enzim sitokrom p450. Untuk mempertahankan hidup sel juga memiliki respon terhadap *stressor* melalui mesin pembentuk antioksidan seperti CAT, SOD, dan HPx. Walaupun demikian tetap ada ROS yang terbentuk meskipun dalam jumlah yang kecil, oleh karena itu perlu antioksidan tambahan lain seperti vitamin E, vitamin C, flavonoid, dan lain sebagainya.³⁸ Terdapat dua faktor yang menyebabkan terjadinya stres oksidatif yaitu faktor endogen dan faktor eksogen. Faktor endogen diantaranya aktivitas fisik berat, stres psikologi, inflamasi, kanker dan kematian sel. Sedangkan faktor eksogen diantaranya konsumsi makanan (protein, karbohidrat, lemak, alkohol, kopi), polutan udara (asap rokok dan kendaraan), obat-obatan, radiasi dan absorban kulit (insektisida, DDT).²⁵

Stres oksidatif (*oxidative stress*) yang dipicu oleh radikal bebas terjadi karena salah satunya aktivitas atau olah raga yang berlebihan, hal tersebut menyebabkan tidak adanya pilihan selain tubuh harus melakukan tindakan protektif. Langkah yang tepat untuk menghadapi radikal bebas adalah dengan mengurangi paparannya atau mengoptimalkan pertahanan tubuh melalui aktivitas antioksidan.³⁹

2.3.4 Nekrosis

Nekrosis merupakan proses kerusakan sel akibat peningkatan volume sel dan hilangnya tekanan membran yang disebabkan pelepasan enzim pelisis lisosomal seperti protease dan nuklease, sehingga sel mengalami lisis yang diikuti dengan respon inflamasi. Nekrosis merupakan proses patologis, yakni terjadi karena adanya paparan melalui tekanan fisik maupun paparan kimia yang berpengaruh terhadap sel secara cukup signifikan.⁴⁰ Nekrosis adalah kematian sel secara *irreversible*. Kerusakan mitokondria yang parah disertai deplesi ATP dan pecahnya lisosomal dan membran plasma biasanya terkait dengan nekrosis. Nekrosis terjadi pada banyak cedera yang lazim ditemui, seperti iskemia, paparan toksin, berbagai infeksi, dan trauma.⁴¹

2.4 Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik adalah adanya kontraksi otot yang dapat meningkatkan pengeluaran energi akibat gerakan tubuh.⁴² Aktivitas fisik merupakan modulator yang berpengaruh luas terhadap fungsi biologis. Pengaruh yang terjadi dapat positif yaitu memperbaiki maupun pengaruh negatif yaitu menghambat atau merusak fungsi biologis tersebut.³⁹ Aktivitas fisik

merupakan bagian dari proses metabolisme tubuh yang menghasilkan radikal bebas dan kelompok oksigen reaktif (*reactive oxygen species/ROS*). Kegiatan yang termasuk dalam kategori aktivitas fisik adalah sebagai berikut: menari, kalistenik, permainan dan aktivitas formal seperti jogging, berenang, dan berlari.³⁹ Aktivitas fisik yang dilakukan secara berlebihan dapat menimbulkan efek negatif, hal ini dikarenakan mitokondria penghasil *reactive oxygen species* (ROS) dapat meningkatkan penggunaan oksigen sebanyak 10 sampai 15 kali lipat pada saat berolahraga.³⁵ Peningkatan oksigen pada aktivitas berlebih ini akan meningkatkan produksi radikal bebas. *Reactive oxygen species* (ROS) dapat merusak hampir semua makromolekul seluler termasuk membran asam lemak tak jenuh ganda, beberapa protein dan DNA, serta berpotensi menurunkan fungsi seluler.¹⁶

Aktivitas fisik menyebabkan suhu tubuh meningkat, keasaman darah meningkat, kandungan O₂ di cairan tubuh berkurang, CO₂ meningkat dan lain-lain. Satu atau lebih perubahan lingkungan internal tubuh dimulai dari sel tubuh (reseptor) yang kemudian menstimulasi jalur respon kompleks.⁴³ Pengaruh aktivitas fisik terhadap stress oksidatif dibagi menjadi respon akut dan respon kronik. Pada respon akut aktivitas fisik dapat meningkatkan pembentukan radikal bebas sehingga meningkatkan juga stress oksidatif dalam tubuh. Respon akut pada aktivitas fisik dibagi menjadi dua aerobik (dengan oksigen) dan anaerobik (tanpa oksigen).⁴² aktivitas fisik aerobik akut berkontribusi terhadap stress oksidatif khususnya ketika latihan dengan intensitas tinggi. Ringkasnya, sistem metabolisme energi untuk menghasilkan

ATP dapat berjalan secara aerobik dan secara anaerobik. Kedua proses ini akan berjalan secara simultan di dalam tubuh saat berolahraga, pada aktivitas olahraga yang memerlukan energi besar dalam waktu yang cepat atau pada olahraga dengan intensitas tinggi. Metabolisme energi dapat berjalan secara anaerobik melalui hidrolisis *phosphocreatine* (PCr) serta melalui proses glikolisis glukosa/glikogen otot. Sedangkan pada cabang-cabang olahraga dengan intensitas rendah-sedang yang memiliki komponen aerobik tinggi seperti jogging, maraton, triathlon atau juga bersepeda jarak jauh, metabolisme energi tubuh akan berjalan secara aerobik dengan kehadiran oksigen melalui pembakaran simpanan karbohidrat, lemak dan protein.⁴⁴

Kategori tingkatan aktivitas fisik menurut Norton, K., Norton, L., & Sadgrove, D.⁴⁵ meliputi :

1.) Aktivitas Fisik Sedenter

Kata sedentary berasal dari bahasa latin “*sedere*” yang berarti “duduk”. Aktivitas sedenter adalah aktivitas tidak berpindah sama sekali (*non-transport activities*) atau menetap dalam jangka waktu lama, aktivitas ini sering dikaitkan dengan aktivitas hanya duduk, membaca, bermain gamelan aktivitas berbaring atau tidur yang sedikit bergerak, termasuk duduk bekerja di kantor. Istilah aktivitas sedenter di beberapa jurnal digunakan dalam intensitas aktivitas fisik kategori sangat rendah.

2.) Aktivitas Fisik Rendah

Aktivitas fisik ringan atau rendah yaitu sebanding dengan aktivitas jenis aerobik yang tidak menyebabkan perubahan berarti pada jumlah

hembusan nafas. Kegiatan ini seperti berdiri, berjalan pelan atau jalan santai, pekerjaan rumah, bermain sebentar. Jangka waktu aktivitas yang dilakukan adalah kurang dari 60 menit.

3.) Aktivitas Fisik Sedang

Aktivitas ini digambarkan berupa melakukan aktivitas aerobik namun tetap dapat berbicara bercakap –cakap atau tidak tersengal –sengal. Kegiatan ini meliputi Berjalan 3,5-4,0 mil/jam, bermain *golf*, berkebun, bersepeda dengan kecepatan sedang. Durasi kegiatan ini antara 30 sampai 60 mnt 1-2 kali dalam 7 hari/seminggu.

4.) Aktivitas Fisik Berat

Kegiatan yang sering atau rutin dilakukan dalam seminggu dan dengan durasi kurang lebih 75 menit 5 –6 kali meliputi aktivitas aerobik dan aktivitas yang lain seperti berenang, berjalan cepat, naik turun tangga, memanjat, kegiatan olahraga yang membuat nafas terengah-engah seperti *jogging*, sepak bola, voli, dan basket, kompetisi tenis.

2.4.1 Definisi Aktivitas Fisik Berat

Aktivitas fisik berat dilakukan dengan tujuan diantaranya untuk meningkatkan kesejahteraan, kesehatan, dan martabat hidup manusia. Contoh aktivitas fisik berat misalnya olahraga anaerobik seperti renang dan lari jarak pendek yang dilakukan selama (lebih dari 300 menit per minggu).⁴⁶ Aktivitas fisik berat dapat meningkatkan konsumsi oksigen 100-200 kali lipat karena terjadi peningkatan metabolisme di dalam tubuh. Denyut jantung dan frekuensi nafas meningkat sampai

terengah-engah. Energi yang dikeluarkan dalam aktivitas fisik berat >7 Kcal/menit.⁴⁷ Peningkatan penggunaan oksigen terutama oleh otot-otot yang berkontraksi, menyebabkan terjadinya peningkatan kebocoran elektron dari mitokondria yang akan menjadi ROS.⁴⁸ Pada aktivitas fisik berat dapat menyebabkan kerusakan oksidatif pada lipid berbagai jaringan. Selama latihan fisik (terutama latihan fisik berat) pembentukan ROS akan semakin meningkat dan sebagai aksi pertahanan tubuh akan dilawan oleh sistem antioksidan endogen yang ada dalam tubuh.¹¹

Pria yang melakukan aktivitas fisik berat mengalami perubahan hormon testosteron dan hormon reproduksi lainnya. Pengaruh aktivitas fisik berat akan terjadi respon akut dan pengaruh jangka panjang akibat latihan yang teratur dan terprogram akan terjadi adaptasi. Respon akut adalah bertambahnya frekuensi denyut jantung, peningkatan frekuensi pernafasan, peningkatan tekanan darah dan peningkatan suhu badan. Adaptasi merupakan peningkatan massa otot, bertambahnya massa tulang, bertambahnya sistem pertahanan antioksidan serta penurunan frekuensi denyut jantung. Beberapa jalur potensial yang berhubungan dengan terbentuknya oksidan pada saat melakukan aktivitas fisik. Sejumlah jalur potensial yang berhubungan dengan produksi oksidan telah dijelaskan sebagai berikut³⁵:

a. Konsumsi oksigen meningkat beberapa kali lipat akibat berolahraga.

Kebocoran elektron pada rantai transfer elektron di mitokondria akan menghasilkan anion superoksida. Enzim Xanthine dehidrogenase akan

mengoksidasi hipoksantin menjadi *xanthine* dan selanjutnya *xanthine* membentuk asam urat menggunakan NAD⁺ sebagai akseptor elektron membentuk NADH. Selama iskemia, pada otot aktif *xanthine* akan diubah menjadi *xanthine* oksidase melalui metabolisme anaerobik oleh ATP dan enzim dehidrogenase ATP. Selama reperfusi, dengan hasil peningkatan beban oksigen, *xanthine oxidase* mengkonversi hipoksantin menjadi asam urat, tetapi menggunakan oksigen sebagai akseptor elektron membentuk superoksida.

- b. Kerusakan jaringan akibat latihan dapat menyebabkan aktivasi sel inflamasi seperti neutrofil, yang akhirnya menghasilkan radikal bebas dengan menggunakan NADPH oksidase.
- c. Konsentrasi katekolamin yang meningkat selama latihan, dan ROS dapat dihasilkan dari hasil autooksidasi.
- d. Mitokondria otot mengalami peningkatan uncoupling dan generasi superoksida dengan peningkatan suhu. Oleh karena itu, latihan yang dipicu hipertermia dapat menyebabkan stres oksidatif.
- e. Auto-oksidasi oksihemoglobin menghasilkan methemoglobin dalam produksi superoksida dan kecepatan pembentukan methemoglobin akan meningkat dengan olahraga.

2.4.2 Aktivitas Fisik Anaerobik

Aktivitas fisik anaerobik adalah aktivitas fisik yang tidak membutuhkan oksigen pada proses pembentukan sumber energinya. Aktivitas fisik

anaerobik bergantung pada energi yang disimpan di otot dan hasil dari pembentukan ATP melalui sumber energi yang berasal dari kreatinfosfat dan glikogen yang disebut proses glikolisis anaerobik. Aktivitas fisik anaerobik dilakukan dalam durasi yang singkat dan dengan intensitas tinggi namun tidak dapat dilakukan secara kontinu untuk durasi waktu yang lama.^{3,49}

Latihan anaerobik tergolong latihan fisik dengan intensitas tinggi maka otot berkontraksi dalam keadaan anaerobik sehingga penyediaan ATP melalui proses glikolisis anaerobik, otot melakukan aktivitas yang sangat kuat selama beberapa detik dengan membutuhkan energi ekstra selama kerja berat dalam waktu lebih dari 5-10 detik. Akibatnya glikogen otot selama latihan berat menjadi berkurang, sedangkan kadar asam laktat darah meningkat, dalam waktu yang bersamaan terjadi juga perubahan sistemik, yaitu peningkatan denyut jantung. Denyut jantung pada orang yang terlatih dapat mencapai 85%-90% dari detak jantung maksimal, sedangkan pada orang yang tidak terlatih hanya dapat mencapai 65% dari detak jantung maksimal.⁵⁰

2.4.3 Aktivitas Fisik Aerobik

Aktivitas fisik aerobik merupakan aktivitas yang bergantung terhadap ketersediaan oksigen untuk membantu proses pembentukan ATP (*Adenosin Tri Phospat*) yang akan digunakan sebagai sumber energi.³ Proses metabolisme energi secara aerobik juga dikatakan proses yang bersih karena selain akan menghasilkan energi, proses tersebut hanya akan

menghasilkan produk samping berupa karbondioksida (CO₂) dan air (H₂O).⁴⁴ Olahraga aerobik adalah olahraga yang dilakukan secara terus menerus dimana kebutuhan oksigen, masih dapat dipenuhi oleh tubuh. Olahraga aerobik dibagi dalam 3 tipe:³⁶

- a. Tipe 1: Olahraga dengan naik-turunnya denyut nadi yang relatif stabil
Contoh: jalan, lari sepeda dan treadmill.
- b. Tipe 2: Olahraga dengan naik turunnya denyut nadi secara bertahap
Contoh: senam, dansa, renang
- c. Tipe 3: Olahraga dengan naik turunnya denyut nadi secara mendadak, umumnya dalam bentuk permainan. Contoh: sepak bola, basket, voli, tenis lapangan, tenis meja.

Metabolisme energi pada latihan olahraga aerobik berjalan melalui pembakaran simpanan lemak, karbohidrat, dan sebagian kecil (kurang dari lima persen) dari pemecahan simpanan protein yang terdapat didalam tubuh untuk menghasilkan adenosine trifosfat. Proses metabolisme ketiga sumber energi ini berjalan dengan kehadiran oksigen yang diperoleh melalui proses pernapasan.⁵¹ Langkah awal dari *metabolism energy* lemak adalah melalui proses pemecahan simpanan lemak yang terdapat didalam tubuh (trigliserida). Trigliserida didalam tubuh ini tersimpan didalam jaringan adipose (adipose tissue) dan didalam sel-sel otot (intramuscular triglycerides). Melalui proses lipolysis, trigliserida yang tersimpan dikonversi menjadi asam lemak dan gliserol. Pada proses ini, untuk setiap satu molekul trigliserida terbentuk tiga molekul asam lemak dan satu

molekul gliserol. Kedua molekul yang dihasilkan melalui proses ini akan mengalami jalur metabolisme yang berbeda didalam tubuh. Gliserol yang terbentuk masuk ke dalam siklus metabolisme untuk diubah menjadi glukosa atau asam piruvat sedangkan asam lemak yang terbentuk dipecah menjadi unit-unit kecil melalui proses B-oksidasi untuk menghasilkan energi didalam mitokondria sel.⁵¹

B-oksidasi berjalan dengan adanya oksigen dan memerlukan karbohidrat untuk menyempurnakan pembakaran asam lemak. Pada proses ini, asam lemak yang pada umumnya berbentuk rantai panjang yang terdiri dari kurang lebih enam belas atom karbon dipecah menjadi unit-unit kecil yang terbentuk dari dua atom karbon.³⁶ Tiap unit dua atom karbon yang terbentuk ini mengikat kepada satu molekul KoA untuk membentuk asetil KoA. Kemudian molekul asetil KoA yang terbentuk masuk ke dalam siklus asam sitrat dan diproses untuk menghasilkan energi sama seperti molekul asetil KoA yang dihasilkan melalui proses metabolisme energi dari glukosa atau glikogen.⁵¹

2.5 Deskripsi dan Taksonomi Buah Kelapa

Kelapa (*Cocos nucifera*) merupakan tanaman monokotil yang memiliki tinggi kurang lebih 25m dengan kanopi yang padat. Akar kelapa merupakan akar serabut dan memiliki sistem fasikulata, tipe batang tidak bercabang. Daun terletak di puncak atau ujung melindungi tunas apikal tunggal dengan bentuk tulang daun menyirip. Buah kelapa adalah buah berbiji yang memiliki diameter 10 sampai 20 dan warna hijau hingga kecoklatan tergantung usia dan jenis

pohon.⁵² Taksonomi buah kelapa adalah sebagai berikut:

Kerajaan	: <i>Plantae</i> (Tumbuh-tumbuhan)
Subkerajaan	: <i>Tracheobionta</i>
Super divisi	: <i>Spermatophyta</i> (Tumbuhan berbiji)
Divisi	: <i>Magnoliphyta</i>
Kelas	: <i>Liliopsida</i>
Sub kelas	: <i>Areceae</i>
Bangsa	: <i>Arceles</i>
Suku	: <i>Areceaceae</i>
Marga	: <i>Cocos</i>
Jenis	: <i>Cocos nucifera L</i>

Buah kelapa memiliki lapisan eksokarp, mesokarp dan endokarp. Eksokarp merupakan bagian luar buah dan mesokarp merupakan bagian tengah yang tebal dan mengandung serat (kulit ari). Endokarp merupakan bagian inti buah (endosperma) yang memiliki lapisan luar yang disebut testa. Testa berwarna kecoklatan yang dipengaruhi oleh usia buah. Pada kelapa yang sudah matang, endosperma yang tebal akan menempel di bagian dalam testa. Endosperma atau daging buah ini adalah bagian kelapa yang memiliki kandungan minyak/lemak.⁵²

2.6 *Virgin Coconut Oil* (VCO)

2.6.1 Definisi

VCO merupakan minyak yang di ekstrak dari daging buah kelapa tanpa menggunakan proses panas melainkan dengan teknik fermentasi.⁵³ Minyak mengandung komponen minor seperti: tokoferol, karoten dan senyawa fenolik lainnya. Komponen tersebut umumnya terdapat pada hampir semua jenis minyak nabati termasuk VCO. Tokoferol dan β -karoten memiliki kemampuan sebagai antioksidan yang ampuh menangkal radikal bebas dan dapat menurunkan kolesterol dalam darah. Selain itu β -karoten juga dapat menjadi stimulator enzim penghancur karsinogen/zat penyebab kanker.⁵⁴

2.6.2 Kandungan dan Manfaat VCO

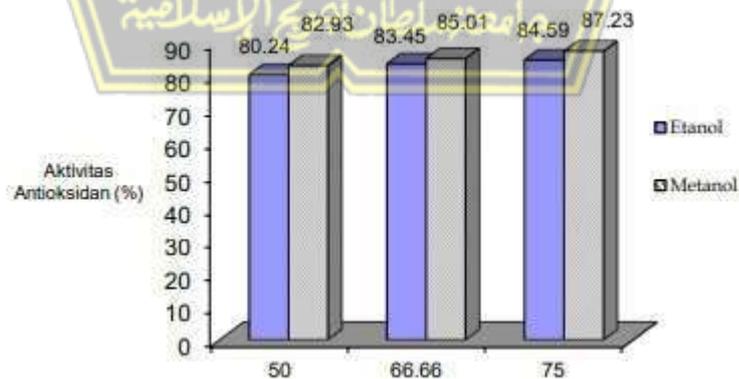
Komponen utama VCO asam lemak tak jenuh $\pm 10\%$ dan asam lemak jenuh $\pm 90\%$ yang didominasi oleh asam laurat sekitar 47%-53%. Asam lemak jenuh di dalam VCO merupakan asam lemak golongan rantai sedang (MCT) yang lebih mudah dilarutkan dan tidak ditimbun dalam tubuh sebanyak 80%, LCT (*long chain triacylglycerols*) 10% dan palmitat (5%) yang bersifat aterogenik.^{15,17} Manfaat MCT terutama asam laurat adalah VCO mampu membakar lemak dari sumber lain kemudian dengan cepat menjadikan energi serta meningkatkan metabolisme sehingga dapat membantu berlangsungnya proses spermatogenesis dengan baik dan dapat meningkatkan jumlah dan motilitas spermatozoa.¹⁰

2.6.3 Sifat Fisika Kimia

Minyak kelapa murni merupakan hasil olahan kelapa yang bebas dari *trans fatty acid* (TFA) atau asam lemak-trans. Asam lemak trans ini dapat terjadi akibat proses hidrogenasi. Agar tidak mengalami proses hidrogenasi, maka ekstraksi minyak kelapa ini dilakukan dengan proses dingin.⁵⁵ VCO memiliki sifat fisika-kimia yang penampakkannya tidak berwarna bentuknya kristal seperti jarum, memiliki aroma sedikit asam dan ditambah bau karamel. Kelarutannya tidak larut air namun larut dalam alkohol (1: 1). Pada suhu 20°C memiliki berat jenis 0,883. Serta memiliki Ph dibawah 7 karena termasuk dalam senyawa asam. Titik cair 20-25°C dan titik didihnya 225°C.

2.6.4 Aktivitas Antioksidan VCO

Aktivitas penangkapan radikal bebas dari senyawa antioksidan berlangsung dengan bereaksi dengan radikal peroksil sebelum radikal peroksil bereaksi dengan asam lemak berantai panjang.⁵⁶



Gambar 2.5 Aktivitas Terhadap Penangkapan Radikal Bebas DPPH Ekstrak VCO(Sumber: Muis⁵⁴)

Aktivitas antioksidan ekstrak VCO yang diekstraksi dengan etanol berkisar

80,24-84,59. Sedangkan dengan metanol 82,93-87,23. Ekstrak VCO semakin tinggi seiring tingginya presentase pelarut yang dipakai. Aktivitas antioksidan paling rendah 50% dan yang paling tinggi 70%. Tingginya aktivitas antioksidan dengan semakin tingginya presentase pelarut maka semakin tinggi juga kemampuan untuk mengekstrak komponen yang berlaku sebagai antioksidan.⁵⁴

2.6.5 Pengaruh VCO terhadap Kadar SOD dan Testosteron pada Aktivitas

Fisik Berat

Aktivitas fisik berat ikut memberikan kontribusi terjadinya stress oksidatif. Selama melakukan aktivitas fisik berat, konsumsi O₂ tubuh meningkat dengan cepat. Penggunaan O₂ oleh otot selama latihan fisik berat dapat meningkat sekitar 100–200 kali dibandingkan saat istirahat. Peningkatan konsumsi oksigen selama aktivitas fisik berat dapat meningkatkan pembentukan ROS.³⁵ Selain memicu peningkatan produksi ROS, juga memicu produksi antioksidan enzimatis seperti superoksida dismutase (SOD). Antioksidan tersebut dapat mencegah terjadinya stress oksidatif dengan cara menghambat oksidasi molekul untuk menetralkan ROS.³⁸ Namun apabila produksi ROS berlebih ini tidak dapat diimbangi dengan antioksidan enzimatis dalam tubuh akan mengakibatkan stress oksidatif.²³

Stres oksidatif dapat merusak sel otak dan sel didalam testis. Kerusakan tersebut akan menyebabkan gangguan fungsi jalur hipofise-

pituitari-gonad disertai terjadinya penurunan sekresi hormon Leutini *zinc* dari hipofisa anterior, gangguan perkembangan dan fungsi sel leydig yang akhirnya akan menyebabkan produksi hormon testosteron menurun. Stres oksidatif akibat aktivitas fisik berat juga dapat menyebabkan penurunan aktivitas enzim antioksidan selain *Superoksida Dismutase* (SOD) yaitu catalase (CAT) dan *glutathione peroxidase* (GPx), peningkatan jumlah degenerasi sel Leydig, pengurangan diameter inti Leydig sel, kerusakan fungsi sel-sel Leydig. Rusaknya sel-sel Leydig mengakibatkan proses sintesis hormon testosteron mengalami penurunan.⁵⁷

Virgin Coconut Oil merupakan salah satu minyak nabati yang memiliki kandungan komponen minor seperti: tokoferol, karoten dan senyawa fenolik lainnya. Pemberian VCO yang mengandung khususnya tokoferol dan β -karoten memiliki kemampuan utama sebagai antioksidan yang mampu menyeimbangkan SOD dengan radikal bebas didalam tubuh, serta asam lemak berupa asam lemak rantai panjang, rantai sedang dan vitamin E akan meningkatkan metabolisme menjadi energi dan kolesterol yang mampu meningkatkan produksi hormon testosteron.¹⁴

Virgin Coconut Oil merupakan minyak nabati yang mempunyai banyak manfaat bagi tubuh yakni mampu meningkatkan metabolisme, energi tubuh, dan menangkal radikal bebas.¹⁴ Minyak mengandung komponen minor seperti: tokoferol, karoten dan senyawa fenolik lainnya. Komponen tersebut umumnya terdapat pada hampir semua jenis minyak nabati termasuk VCO.⁵⁴ Pemberian VCO menunjukkan kapasitasnya

menjadi antioksidan dari luar tubuh (antioksidan eksogen) yang dapat menghambat dan menetralkan terjadinya reaksi oksidasi yang melibatkan radikal-radikal bebas dan meningkatkan metabolisme menjadi energi dan kolesterol sehingga terjadi perbaikan hormon testosteron.



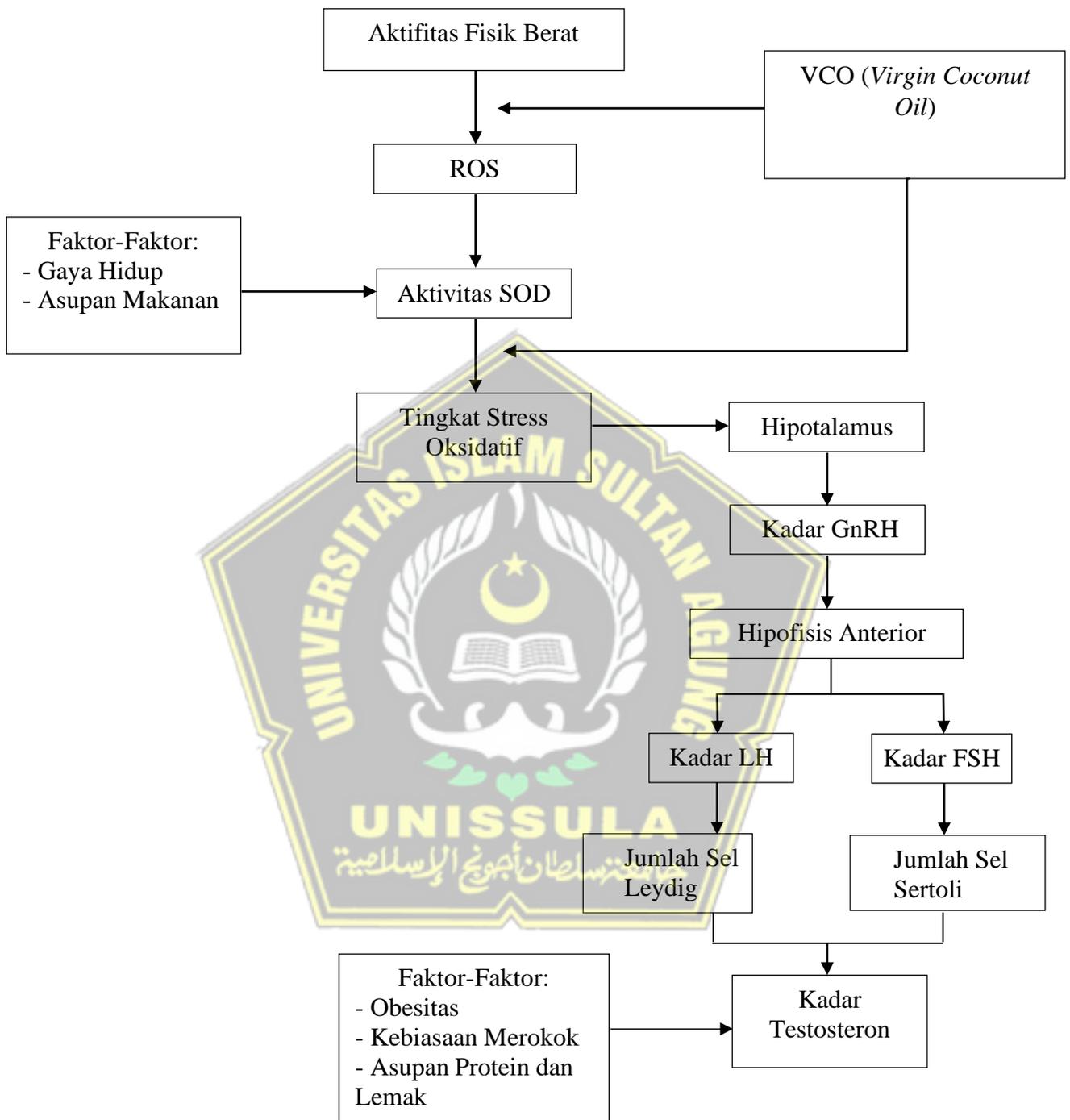
BAB III

KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP, DAN HIPOTESIS

3.1 Kerangka Teori

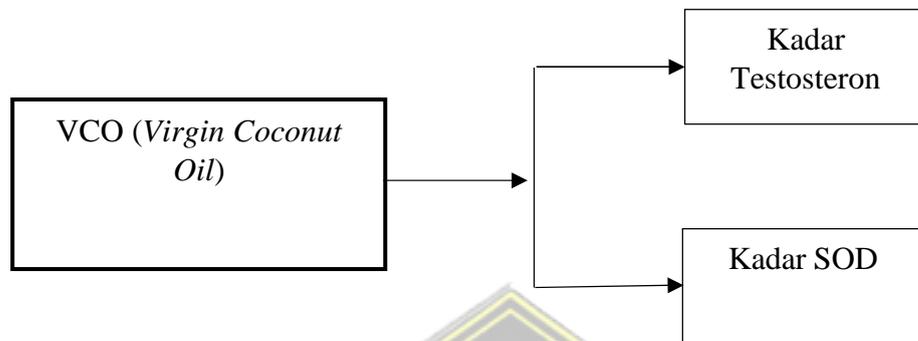
Aktivitas fisik berat merupakan aktivitas fisik yang berlebih, disebabkan karena volume aktivitas terlalu banyak, intensitas aktivitas terlalu tinggi, durasi aktivitas terlalu panjang, dan frekuensi aktivitas terlalu sering. Aktivitas fisik berat merangsang pengeluaran radikal bebas yang tergabung dalam *reactive oxygen species* (ROS) akibat dari tingginya laju metabolisme aerobik dan kurangnya pengadaan oksigen sehingga akan menimbulkan stress oksidatif.⁵⁸ Keadaan stres oksidatif ditandai dengan oksidan berlebih dan antioksidan SOD menurun yang menyebabkan kerusakan sel.¹¹ Kerusakan sel hipotalamus yang menurunkan GnRH (*Gonadotrophin Releasing Hormon*), dan sekresi hormon LH (*Luteinizing Hormone*) dan FSH (*Follicle Stimulating Hormone*) oleh hipofisis anterior. Penurunan sekresi LH dan FSH menurunkan sekresi hormon testosteron oleh sel Leydig dan sel Sertoli.^{12,13}

Konsumsi VCO yang mengandung tokoferol dan β -karoten memiliki kemampuan utama sebagai antioksidan yang dapat mendonorkan elektron dan bisa berfungsi sebagai agen pereduksi sehingga dapat mengkhelat ion metal dan mengurangi potensi radikal dalam tubuh, kemudian vitamin E akan mengalami metabolisme menjadi energi dan kolesterol yang mampu meningkatkan produksi hormon testosteron.^{14,59}



Gambar 3.1 Skema Kerangka Teori

3.2 Kerangka Konsep



-  : Variabel Bebas
-  : Variabel Tergantung

Gambar 3.2 Skema Kerangka Konsep

3.3 Hipotesis

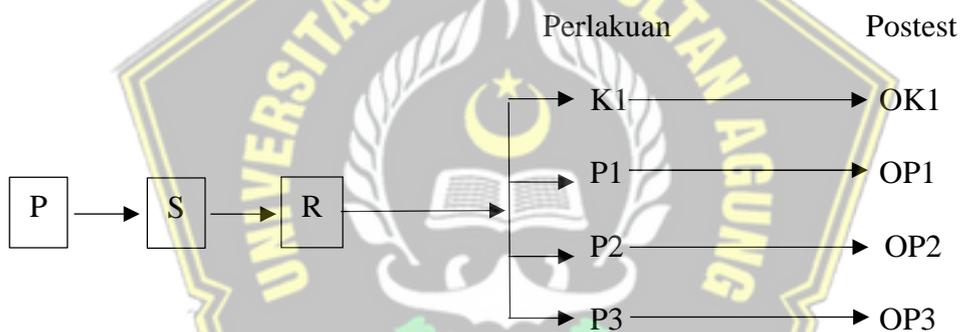
Terdapat pengaruh pemberian VCO terhadap peningkatan kadar SOD dan kadar testosteron pada aktivitas fisik berat.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Rancangan Penelitian

Penelitian adalah eksperimental laboratorium dengan pendekatan *post test only control group design* menggunakan hewan coba tikus jantan galur wistar yang diberi aktivitas fisik berat. Tujuannya adalah untuk mengetahui kadar hormon testosteron dan SOD pada kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan setelah diberi VCO.



4.1 Gambar skema rancangan penelitian

Keterangan :

P : Populasi

S : Sampel

R : Random

K1 : Kontrol negatif dengan pemberian pakan standard tanpa di beri aktivitas fisik berat

P1 : Kelompok perlakuan dengan pemberian pakan standard yang diberi aktivitas fisik berat

P2 : Kelompok perlakuan diberi pakan standard dan VCO dengan dosis 0,9mL/200 g BB/ hari yang di beri aktivitas fisik berat

P3 : Kelompok perlakuan diberi pakan standard dan VCO dengan dosis 0,45mL/200 g BB/ hari yang di beri aktivitas fisik berat

K1 : Kadar SOD dan testosteron kelompok kontrol negatif dengan pemberian pakan standard tanpa di beri aktivitas fisik berat

OP1 : Kadar SOD dan testosteron akibat pemberian pakan standar yang diberi aktivitas fisik berat

OP2 : Kadar SOD dan jumlah testosteron akibat pemberian pakan standard dan VCO dengan dosis 0,9 mL/200 g BB/ hari.

OP3 : Kadar SOD dan testosteron akibat pemberian VCO dengan dosis 0,45mL/200 g BB/ hari.

4.2 Populasi

Populasi penelitian yaitu tikus jantan galur wistar berumur 8-12 minggu, dengan berat 150-200 gram, yang di dapat dari Laboratorium Pusat Studi Pangan dan Gizi Universitas Gajah Mada. Tikus jantan galur wistar memerlukan asupan makanan sebanyak 5g/100g BB dan konsumsi cairan 8-11ml/gr BB dalam 24 jam.

4.2.1 Kriteria Inklusi

- a. Tikus Jantan Galur Wistar
- b. Tikus dalam keadaan aktif, sehat, tingkah laku dan aktivitas normal
- c. Umur 8-12 minggu
- d. Berat badan 150-200gram

4.2.2 Kriteria Eksklusi

- a. Memiliki kelainan anatomis
- b. Pada pengamatan visual tikus tampak tidak aktif dan sakit

4.2.3 Kriteria Dropout

Tikus mati saat penelitian

4.2.4 Jumlah Sampel

Jumlah sampel berdasarkan besar sampel eksperimental dari Federer

dengan rumus :

$$(t-1) (n-1) \geq 15$$

$$(4-1) (n-1) \geq 15$$

$$3n - 3 \geq 15$$

$$3n \geq 18$$

$$N \geq 6$$

Keterangan :

t : Banyaknya perlakuan

n : Banyaknya sampel setiap perlakuan

Sehingga jumlah sampel yang digunakan sebanyak 6 ekor per kelompok kemudian diambil secara acak, dibagi dalam menjadi 4 kelompok yaitu 1 kelompok kontrol dan 3 kelompok perlakuan. Jumlah keseluruhan sampel mencit yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 24 ekor.

4.2.5 Teknik Sampling Sampel

Didapatkan dengan mengalokasikan kelompok berdasarkan cara *random sampling allocation*. Tikus yang akan diberi perlakuan diadaptasi selama 6 hari. Tikus jantan galur wistar sebanyak 24 ekor yang masuk

kriteria inklusi dibagi menjadi 4 kelompok secara acak sederhana, dengan satu kelompok kontrol dan tiga sebagai kelompok perlakuan. Pada kelompok kontrol tidak diberikan apapun, sedangkan pada tiga kelompok perlakuan diberi VCO selama 27 hari.

4.3 Variabel dan Definisi Operasional

4.3.1 Variabel

a. Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah dosis VCO 0,9 mL/200 gr BB/ hari, dan 0,45 mL/200 gr BB/ hari.

b. Variabel Tergantung

1. Kadar SOD
2. Kadar Testosteron

c. Variabel Prakondisi

Aktivitas fisik berat berupa renang sekuat-kuatnya hingga tikus hampir tenggelam.

d. Variabel Perancu

Variabel perancu dalam penelitian ini adalah obesitas yang mana harus dikontrol dengan pengecekan berat badan tikus.

4.3.2 Definisi Operasional

a. *Virgin Coconut Oil* (VCO)

VCO yang digunakan dalam penelitian ini adalah merek SIOLA dari Desa Oting, Sulawesi Barat yang sudah memiliki standar pembuatan dan sudah terdaftar BPOM DepKes No. PIRT

207602010080-20 dengan komposisi lemak jenuh 60%. Pemberian VCO dengan dosis VCO 0,9 mL/200 gr BB/ hari, dan 0,45 mL/200 gr BB/ hari didapatkan dari hasil konversi dosis 50mL dan 25mL dari manusia dengan berat 70kg ke tikus dengan berat 200g, diberikan secara oral sekali sehari selama 27 hari. Skala : Nominal

b. *Superoxide Dismutases (SOD)*

Serum untuk pemeriksaan aktivitas SOD didapatkan dari hasil sentrifuge darah tikus Wistar jantan. Diperiksa pada hari ke 28 dengan mengukur kadar SOD menggunakan metode spektrofotometri dengan satuan persen (%). Skala data rasio

c. Testosteron

Pemeriksaan hormon testosterone dilakukan pada hari ke 28, dalam penelitian ini sampel diambil dari serum 0,2 ml untuk tiap tikus, kemudian diukur kadar hormon testosterone menggunakan kit Immulite testosterone dengan metode ELISA (*Enzyme Linked Fluorescent Immuno-Assay*) dengan satuan nanogram per desiliter (ng/L). Skala data rasio.

d. Aktivitas Fisik Berat

Aktivitas fisik berat berupa berenang sekuat-kuatnya sampai hampir tenggelam atau sudah tampak tanda-tanda kelelahan, tenggelamnya hampir seluruh badan kecuali hidung dan mulai lemah anggota gerak yang lain lamanya renang antara 25-45 menit.

4.4 Instrumen dan Bahan Penelitian

4.4.1 Instrumen Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kandang tikus dengan tempat pakan dengan ukuran P: 40 cm, L: 30 cm, T: 30 cm, Timbangan tikus “*Nigushi Scale*”, Sarung tangan, pipet tetes, tabung *ependorf*, spektrofotometer, mikropipet, *ELISA reader*.

4.4.2 Bahan Penelitian

- a. Bahan *Virgin Coconut Oil*
- b. Bahan Pemeriksaan SOD Kit
- c. Bahan Pemeriksaan Testosteron Kit
- d. Hewan Coba Menggunakan tikus jantan galur wistar usia 8- 12minggu dengan jumlah sampel 24 yang sudah diadaptasi sebelumnya selama 1 minggu di kandang dengan ventilasi serta ruangan cukup yang mempunyai temperatur 28° -32°C dan diberi makan pellet serta minum air putih.

4.5 Cara Penelitian

4.5.1 Cara Persiapan Sebelum Perlakuan

- a. Sampel penelitian yaitu hewan coba harus masuk dalam kriteria inklusi, diambil secara acak sederhana sebanyak 24 ekor dengan rincian terdapat 4 kelompok dengan jumlah masing-masing sampel tiap kelompoknya adalah 6 ekor, terdiri dari kelompok kontrol dan tiga kelompok

perlakuan, kemudian diadaptasikan terlebih dahulu selama satu minggu atau 7 hari.

- b. Sampel sebanyak 24 ekor tikus jantan galur wistar diaklimatisasi di laboratorium Pusat Studi Pangan dan Gizi Universitas Gajah Mada Yogyakarta.
- c. Pemeliharaan hewan coba dengan 4 kelompok tadi diberikan pakan standar terdiri dari protein 20-25%, pati 45-55%, lemak 10-12%, dan serat kasar 4% serta minum air putih yang sama setiap hari selama 7 hari.

4.5.2 Dosis VCO

Dosis VCO yang dianjurkan adalah 2,5-3 sendok makan atau setara dengan 37,5-45 mL/hari untuk orang dewasa dengan berat badan 45-67 kg dan 50 mL untuk orang dewasa dengan berat badan 70 kg.^{55,56} Dosis optimal jika dikonversi dengan ketentuan : manusia 70 kg setara dengan tikus 200 gr adalah 0,018.⁵⁶ Dosis VCO yang diberikan pada penelitian ini adalah 50 mL x 0,018 = 0,9 mL/200 gr BB (dosis optimal) dan 25 mL x 0,018 = 0,45 mL /200 gr BB (dosis sedang) selama 27 hari.

4.5.3 Cara Pemberian Aktivitas Fisik Berat

Kelompok perlakuan diberi aktivitas fisik berat dengan direnangkan sekuat-kuatnya hingga hampir tenggelam dengan waktu 25-45 menit.

4.5.4 Perlakuan Hewan Coba

Penelitian dilakukan dengan menggunakan tikus wistar jantan umur 8-12 minggu dengan berat badan 150 – 200 gram sebanyak 24 ekor. Penelitian di bagi 4 kelompok dan diberi perlakuan. Setiap kelompok terdiri dari 6

ekor tikus wistar jantan. Pembagian kelompok sebagai berikut:

- 1) Kelompok 1 : 6 ekor tikus jantan wistar diberikan pakan standard selama 27 hari.
- 2) Kelompok 2 : 6 ekor tikus jantan wistar diberikan pakan standard dan diberi aktivitas fisik berat selama 27 hari.
- 3) Kelompok 3 : 6 ekor tikus jantan wistar diberikan pakan standard dengan penambahan pemberian VCO dengan dosis 0,9 mL/200 g BB/ hari dan diberi aktivitas fisik berat selama 27 hari.
- 4) Kelompok 4 : 6 ekor tikus jantan wistar diberikan pakan standard dengan penambahan pemberian VCO dengan dosis 0,45 mL/200 g BB/ hari dan diberi aktivitas fisik berat selama 27 hari.
- 5) Pada hari ke-28, tikus jantan wistar kemudian diambil darahnya guna pemeriksaan SOD dan Testosteron.

4.5.5 Prosedur Pemeriksaan Testosteron

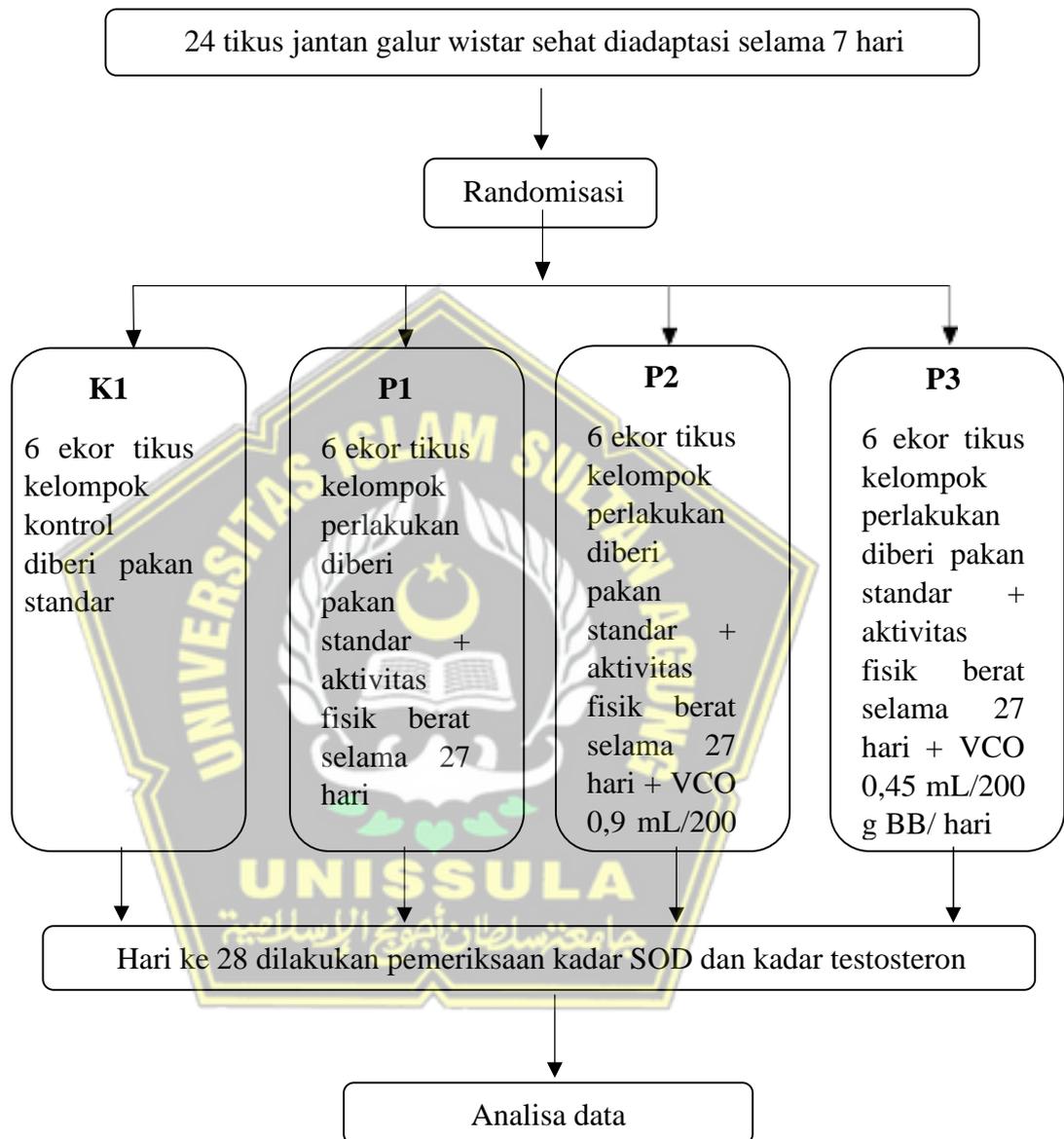
1. Reagen diletakkan di suhu ruang 30 menit sebelum digunakan
2. Cuci sumuran dua kali sebelum proses penambahan standar, sampel dan kontrol ke dalam wells.
3. Ditambahkan 50 μ l standar dan sampel dengan menggunakan pipet, kemudian dimasukkan ke dalam sumuran.
4. Ditambahkan 50 μ l Reagen A ke dalam masing masing sumuran kemudian tutup dengan sealer plate. dilakukan pengocokkan agar homogen dan setelah itu diinkubasi pada suhu ruang selama 45 menit pada suhu 37°C. (Pada saat penambahan reagen hindari terjadinya

gelembung udara).

5. Cairan dibuang dan cuci sebanyak 3 kali dengan larutan wash buffer sebanyak 350 μ l, ditambah lagi 100 μ l Reagen B untuk setiap sumuran, diinkubasi kembali pada suhu 37°C selama 30 menit dan cuci kembali sebanyak lima kali.
6. Ditambahkan 90 μ l TMB Substrate dan diinkubasi selama 15-20 menit pada suhu 37°C.
7. Ditambahkan 50 μ l *Stop Solution* dan dilakukan pembacaan pada spektrofotometer pada panjang gelombang 450nm, maksimum dalam 10 menit. Setelah di dapat hasil lalu dilakukan perhitungan hasil.



4.5.6 Alur Penelitian

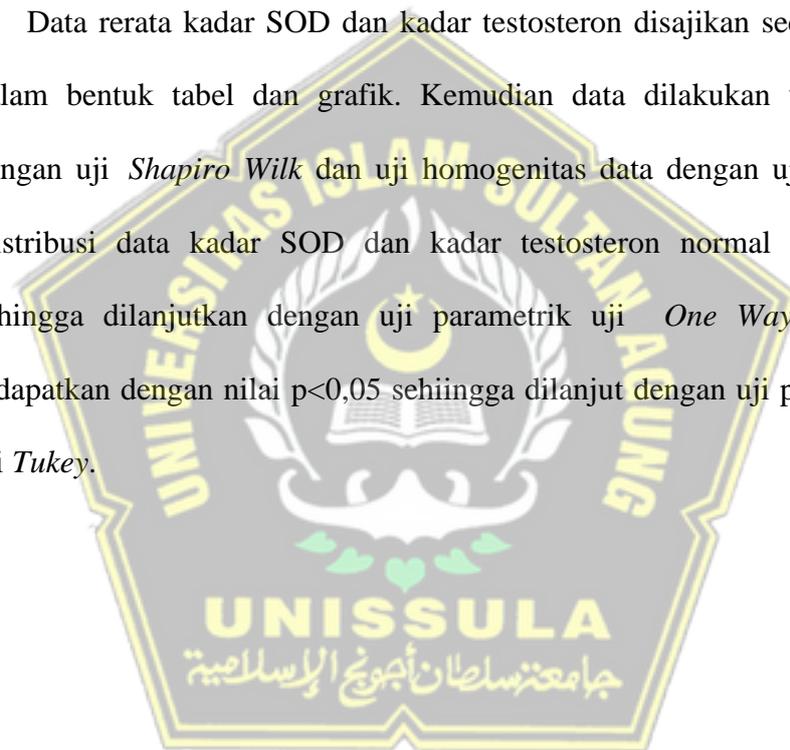


4.6 Tempat dan Waktu Penelitian

- a. Penelitian menggunakan hewan coba tikus dilakukan di laboratorium Pusat Studi Pangan dan Gizi Universitas Gajah Mada Yogyakarta.
- b. Pemeriksaan kadar SOD dan kadar testosteron, dilakukan di laboratorium Pusat Studi Pangan dan Gizi Universitas Gajah Mada Yogyakarta.

4.7 Analisa Data

Data rerata kadar SOD dan kadar testosteron disajikan secara deskriptif dalam bentuk tabel dan grafik. Kemudian data dilakukan uji normalitas dengan uji *Shapiro Wilk* dan uji homogenitas data dengan uji *Levene test*. Distribusi data kadar SOD dan kadar testosteron normal dan homogen sehingga dilanjutkan dengan uji parametrik uji *One Way Anova* yang didapatkan dengan nilai $p < 0,05$ sehingga dilanjut dengan uji *poshoc* dengan uji *Tukey*.



BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini menggunakan sampel 24 ekor tikus putih wistar jantan yang terbagi menjadi 4 kelompok masing-masing berjumlah 6 ekor tikus, yaitu kelompok kontrol (K1) dengan pemberian pakan standar tanpa diberi aktivitas fisik berat, kelompok perlakuan (P1) dengan pemberian pakan standar yang diberi aktivitas fisik berat, kelompok perlakuan (P2) diberi VCO dengan dosis 0,9 mL/ 200 gr BB/ hari yang diberi aktivitas fisik berat, dan kelompok perlakuan (P3) diberi VCO dengan dosis 0,45 ml/ 200 gr BB/ hari yang diberi aktivitas fisik berat. Hari ke 28 dilakukan pemeriksaan kadar SOD dan Testosteron. Penelitian pemberian VCO (*Virgin Coconut Oil*) terhadap kadar SOD dan Testosteron pada tikus jantan galur wistar dengan aktivitas fisik berat yang telah dilakukan selama 28 hari. Hasil penelitian tersebut tertera pada tabel 5.1.

Tabel 5.1 Berat Badan (gr), Kadar SOD (%), dan Testosteron (ng/dL) pada Berbagai Kelompok

Kelompok	Berat Badan			SOD		Testosteron	
	Sebelum	Sesudah	Σ	Kadar	Mean \pm SD	Kadar	Mean \pm SD
K1	1	182	216	34	81.97		166.46
	2	181	218	37	78.69		164.7
	3	177	210	33	77.05	79.51 \pm 3.07	162.68
	4	175	209	34	83.61		159.91
	5	172	207	35	80.33		162.93
	6	183	216	33	75.41		161.42
P1	1	178	208	30	29.51		60.52
	2	173	203	30	37.70	32.24 \pm 3.54	57.00
	3	172	204	32	27.87		62.28

	4	167	197	30	34.43		58.25	
	5	169	200	31	32.79		59.01	
	6	168	198	30	31.15		57.25	
P2	1	185	215	30	72.13		149.85	
	2	188	220	32	75.41		152.37	
	3	180	211	31	77.05	71.31±4.72	151.11	149.51±2.92
	4	178	209	31	63.93		146.58	
	5	180	210	30	68.85		151.86	
	6	176	205	29	70.49		145.32	
P3	1	180	211	31	60.66		130.47	
	2	177	208	31	62.3		125.69	
	3	173	203	30	57.38	56.56±4.49	129.72	128.62±2.11
	4	184	213	29	50.82		126.20	
	5	172	203	31	55.74		130.22	
	6	167	197	30	52.46		129.47	
Uji One Way Anova					0.000		0.000	

Keterangan :

K1 : Kontrol negatif dengan pemberian pakan standard tanpa di beri aktivitas fisik berat

P1 : Kelompok perlakuan dengan pemberian pakan standard yang diberi aktivitas fisik berat

P2 : Kelompok perlakuan diberi pakan standard dan VCO dengan dosis 0,9 mL/200 g BB/ hari yang di beri aktivitas fisik berat

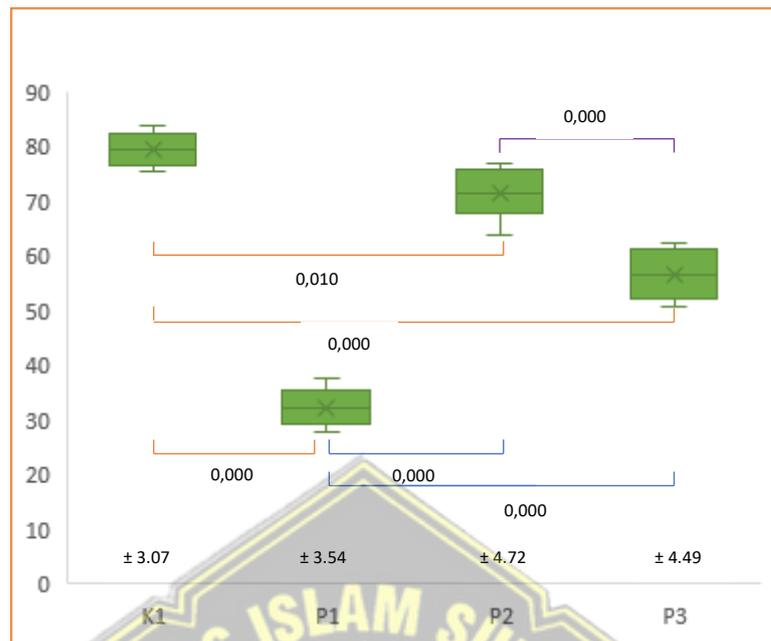
P3 : Kelompok perlakuan diberi pakan standard dan VCO dengan dosis 0,45 mL/200 g BB/ hari yang di beri aktivitas fisik berat

5.1.1 Kadar Superoksida Dismutase (SOD)

Tabel 5.1 menunjukkan rata-rata kadar SOD tertinggi pada kelompok 1 yakni kontrol negatif dengan pakan standard dan tidak beraktivitas fisik berat. Rata-rata kadar SOD terendah pada kelompok P1 yakni dengan pakan standard dan aktivvitas fisik berat. Kadar SOD antar kelompok berdistribusi normal ($p > 0,05$) dan homogen ($p > 0,05$). Kadar SOD antar kelompok dengan menggunakan uji *one way anova* berbeda bermakna ($p < 0,05$). Perbedaan kadar SOD antar dua kelompok

menunjukkan terdapat perbedaan bermakna antara K1 dengan P1, P2, dan P3. Untuk mengetahui kelompok mana yang berbeda bermakna dilakukan uji *post Hoc* dengan uji *Tukey* antar kelompok K1 dengan P1, K1 dengan P2, K1 dengan P3, P1 dengan P2, P1 dengan P3, dan P2 dengan P3.

Berdasarkan gambar 5.1 menunjukkan terdapat perbedaan kadar SOD antar 2 kelompok kontrol (K1) dengan kelompok perlakuan aktivitas fisik berat (P1) dengan nilai ($p=0.000$), kelompok kontrol (K1) dengan kelompok perlakuan aktivitas fisik berat (P2) dengan dosis 0,9 mL/200 g BB/hari nilainya ($p=0.010$). Kemudian kelompok kontrol (K1) dengan kelompok perlakuan aktivitas fisik berat (P3) dengan dosis 0,45 mL/200 g BB/hari nilainya ($p=0.000$), kelompok perlakuan aktivitas fisik berat (P1) dengan kelompok perlakuan (P2) dengan dosis 0,9 mL/200 g BB/hari nilainya ($p=0.000$). Kelompok perlakuan aktivitas fisik berat (P1) dengan kelompok perlakuan (P3) dengan dosis 0,45 mL/200 g BB/hari nilainya ($p=0.000$). Kelompok perlakuan (P2) dosis 0,9 mL/200 g BB/hari dengan kelompok perlakuan (P3) dosis 0,45 mL/200 g BB/hari dengan nilai ($p=0.000$), berdasarkan data diatas dapat disimpulkan bahwa pemberian VCO dengan dosis VCO 0,9 mL /200 grBB /hari, berpengaruh secara signifikan diikuti oleh dosis 0,45 mL /200 grBB /hari terhadap peningkatan kadar SOD pada tikus wistar jantan dengan aktivitas fisik berat sehingga pernyataan hipotesis dapat diterima.

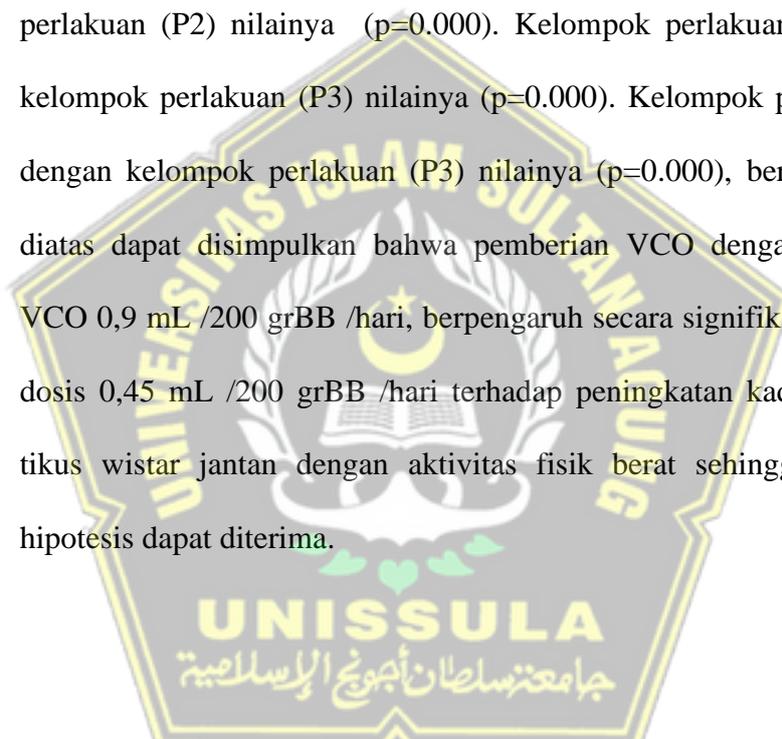


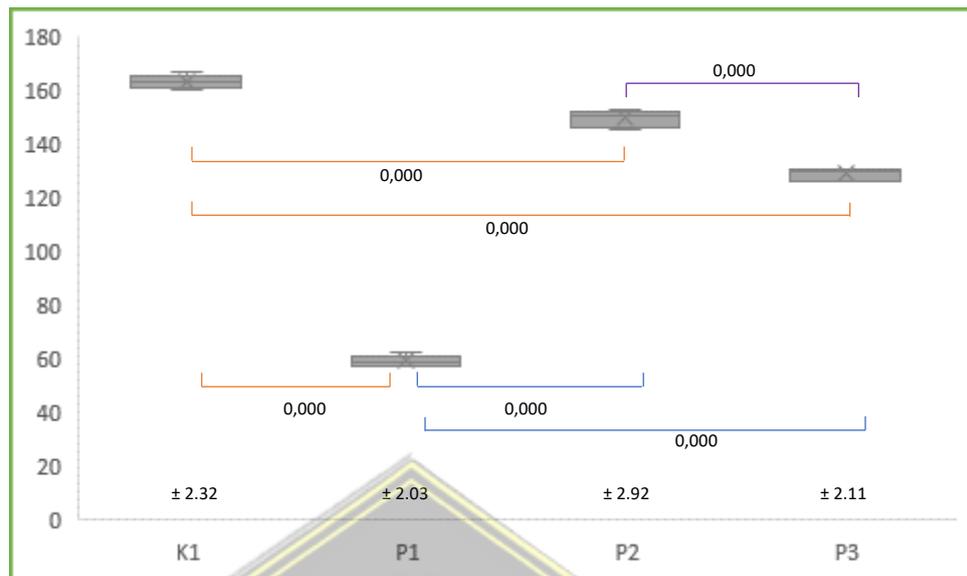
Gambar 5.1 Rata-rata dan SD SOD (%) antar berbagai kelompok perlakuan

5.1.2 Kadar Testosteron

Tabel 5.1 menunjukkan rata-rata kadar hormon testosteron tertinggi pada kelompok 1 yakni kontrol negatif dengan pakan standard dan tidak beraktivitas fisik berat. Rata-rata kadar hormon testosteron terendah pada kelompok P1 yakni dengan pakan standard dan aktivitas fisik berat. Kadar hormon testosteron antar kelompok berdistribusi normal ($p > 0,05$) dan homogen ($p > 0,05$). Kadar hormon testosteron antar kelompok dengan menggunakan uji *one way anova* berbeda bermakna ($p < 0,05$). Perbedaan kadar hormon testosteron antar dua kelompok menunjukkan terdapat perbedaan bermakna antara K1 dengan P1, P2, dan P3. Untuk mengetahui kelompok mana yang berbeda bermakna dilakukan uji *post Hoc* dengan uji *Tukey* antar kelompok K1 dengan P1, K1 dengan P2, K1 dengan P3, P1 dengan P2, P1 dengan P3, dan P2 dengan P3.

Berdasarkan gambar 5.2 menunjukkan terdapat perbedaan bermakna kadar testosteron antar dua kelompok perlakuan. Kelompok kontrol (K1) dengan kelompok perlakuan (P1) nilainya ($p=0.000$), kelompok kontrol (K1) dengan kelompok perlakuan (P2) nilainya ($p=0.010$). Kelompok kontrol (K1) dengan kelompok perlakuan (P3) nilainya ($p=0.000$), kelompok perlakuan (P1) dengan kelompok perlakuan (P2) nilainya ($p=0.000$). Kelompok perlakuan (P1) dengan kelompok perlakuan (P3) nilainya ($p=0.000$). Kelompok perlakuan (P2) dengan kelompok perlakuan (P3) nilainya ($p=0.000$), berdasarkan data diatas dapat disimpulkan bahwa pemberian VCO dengan dosis dosis VCO 0,9 mL /200 grBB /hari, berpengaruh secara signifikan diikuti oleh dosis 0,45 mL /200 grBB /hari terhadap peningkatan kadar SOD pada tikus wistar jantan dengan aktivitas fisik berat sehingga pernyataan hipotesis dapat diterima.





Gambar 5.2 Rata-rata dan SD Testosteron (ng/dL) antar berbagai kelompok perlakuan

5.2 Pembahasan

Aktivitas fisik merupakan bagian dari proses metabolisme tubuh yang menghasilkan radikal bebas dan kelompok oksigen reaktif (*reactive oxygen species/ROS*). Aktivitas fisik yang berat hingga kelelahan akan menjadi ketidakseimbangan antara produksi radikal bebas dan sistem pertahanan antioksidan tubuh yang dikenal sebagai stres oksidatif.³ Kelompok perlakuan yang diberikan aktivitas fisik berat dengan cara berenang selama 25-45 menit setiap hari adalah P1, P2 dan, P3.

Hasil pemeriksaan kadar SOD pada kelompok dengan aktivitas fisik berat tanpa diberi VCO lebih rendah dibanding dengan kelompok kontrol seperti pada tabel 5.1 yang menunjukkan bahwa aktivitas fisik berenang menurunkan kadar SOD. Hal tersebut disebabkan oleh pemberian perlakuan

berenang selama empat minggu termasuk perlakuan aktivitas fisik berat yang dapat menyebabkan kondisi stres oksidatif. Ketika produksi ROS berlebihan, seperti yang terjadi selama latihan aerobik yang berkepanjangan, menyebabkan pertahanan antioksidan SOD dan enzim lainnya tidak mampu untuk menetralkan ROS maka terjadi kerusakan sel dan jaringan.⁶⁰ Hasil tersebut sesuai dengan penelitian yang membandingkan kadar enzim SOD pada tikus dengan perlakuan aktivitas fisik berat lebih rendah 34,84% dibanding dengan perlakuan kontrol 68,39%.²⁵ Penelitian lain melaporkan bahwa aktivitas fisik yang terlalu tinggi akan mengakibatkan kadar radikal bebas dalam tubuh juga meningkat sehingga antioksidan endogen tidak mampu untuk menetralkan radikal bebas, dibutuhkan antioksidan eksogen dalam jumlah yang lebih banyak untuk menetralkan efek radikal bebas.⁶¹

Kadar SOD pada kelompok yang diberi aktivitas fisik berat dan pemberian VCO dengan dosis 0,9 mL/200 g BB/hari lebih tinggi dibanding kelompok yang diberi aktivitas fisik berat dengan VCO dosis 0,45 mL/200 g BB/hari. Meskipun kadar SOD kelompok dosis 0,9 mL/200 g BB/hari tertinggi namun masih lebih rendah dari kelompok kontrol seperti pada gambar 5.1. Hal ini terjadi karena kelompok kontrol tidak diberikan perlakuan berenang namun tetap diberi pakan standard sehingga kadar SOD memiliki nilai yang tertinggi. Sedangkan kelompok yang diberi aktivitas fisik berat dengan pemberian VCO dosis 0,9 mL/200 g BB/hari lebih tinggi dibanding kelompok yang diberi aktivitas fisik berat dengan VCO dosis 0,45 mL/200 g BB/hari, hal itu menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis VCO

mempengaruhi kadar SOD yang lebih tinggi. Kandungan vitamin E, α -tokoferol dan polifenol pada VCO mampu meningkatkan enzim-enzim antioksidan dan menurunkan kandungan peroksida. Penelitian lain menyebutkan kandungan polifenol pada VCO memiliki efek sebagai antioksidan.¹⁰

Hasil pemeriksaan kadar testosteron pada kelompok perlakuan aktivitas fisik berat tanpa diberi VCO lebih rendah dibanding dengan kelompok kontrol seperti pada tabel 5.1. Hal ini karena aktivitas fisik yang terlalu berat memberikan dampak yang negatif pada kondisi fisik tubuh, yakni dapat mengakibatkan peningkatan radikal bebas. Jumlah radikal bebas yang terlalu banyak di dalam tubuh akan menyebabkan kondisi stres oksidatif yang dapat merusak struktur dan fungsi sel sehingga produksi hormon testosteron menurun. Kandungan tokoferol dalam VCO diketahui dapat mencegah dampak buruk latihan fisik maksimal dengan cara mengikat atau menangkap senyawa oksigen reaktif yang dihasilkan selama latihan fisik. Vitamin E mengendalikan peroksidasi lemak dengan menyumbangkan hydrogen kedalam reaksi, dan menyekat aktivitas tambahan yang dilakukan oleh peroksida, sehingga menghambat reaksi berantai dan bersifat membatasi kerusakan.⁶² Hasil penelitian sesuai dengan penelitian yang menyatakan bahwa sifat antioksidan yang terdapat pada VCO mampu untuk menurunkan stres oksidatif dan mencegah kerusakan jaringan pada testis serta melindungi jalur metabolisme testosteron terhadap peroksidasi.⁶³ Penelitian lain juga mengatakan kandungan zat-zat antioksidan akan meredam aktivitas senyawa

oksigen reaktif, sehingga akan menghambat terjadinya peroksidasi lipid dan kerusakan pada sel-sel interstitial testis terutama sel-sel Leydig, sehingga produksi hormon testosteron terjaga baik.⁵⁷

Kadar testosteron pada kelompok yang diberi aktivitas fisik berat dan pemberian VCO dengan dosis 0,9 mL/200 g BB/hari lebih tinggi dibanding kelompok yang diberi aktivitas fisik berat dengan VCO dosis 0,45 mL/200 g BB/hari seperti pada gambar 5.2. VCO mengandung zat aktif berupa polifenol. Polifenol merupakan salah satu jenis antioksidan yang terdapat pada beberapa bahan makanan maupun tanaman. Polifenol memiliki kemampuan untuk menangkap radikal bebas sehingga mengurangi kerusakan jaringan otot akibat apoptosis dan melindungi sel dari radikal bebas. Penelitian ini sesuai dengan penelitian yang membuktikan bahwa pemberian dosis VCO 1 ml merupakan dosis yang optimum untuk meningkatkan jumlah spermatozoa pada tikus wistar dengan diet tinggi lemak.¹⁰ Penelitian yang lain melaporkan bahwa penambahan VCO dan *olive oil* pada pakan dapat meningkatkan jumlah spermatis primer pada tubulus seminiferus.¹⁵ Penelitian lain mengatakan bahwa kombinasi pengencer VCO, minyak ikan dan minyak zaitun, antioksidan terbaik dalam pengencer tris untuk mempertahankan kualitas semen babi landrace hingga jam ke-56 memiliki presentasi motilitas ($44,00 \pm 1,41\%$), viabilitas ($54,78 \pm 1,50\%$) dan MPU ($55,66 \pm 1,64\%$).⁶⁴

Lemak berlebih yang terdapat dalam tubuh dapat menurunkan kadar testosteron melalui perubahan testosteron menjadi estrogen, efek pada *Sex Hormon Binding Globulin* (SHBG) dan inhibisi LH oleh leptin.⁶⁵ Selain

gangguan libido, kurangnya hormon testosteron juga dapat menimbulkan rasa mudah lelah dan lemas. Sehingga dari khasiat VCO yang telah dijabarkan dapat dianjurkan menggunakan dosis 0,45 mL/200g BB/hari karena dengan dosis tersebut sudah terdapat efek yang signifikan dan juga lebih menghemat biaya.

Aktivitas fisik berat menyebabkan serat-serat otot yang berkontraksi yang menyebabkan terjadinya peningkatan kebocoran elektron dari mitokondria yang memproduksi ROS. Radikal bebas yang berinteraksi dengan *Polyunsaturated fatty acid* (PUFA) pada membran sel juga menimbulkan kerusakan pada membran sel leydig. Rusaknya sel leydig dapat mempengaruhi kerja hormon LH, FSH dan testosteron. Ikatan antara LH dengan reseptor LH pada bagian membran sel dapat terhambat, yang mengakibatkan sel leydig tidak dapat mensekresi hormon testosteron. Hal tersebut dihubungkan dengan penurunan libido seksual pada pria, yang mana menurut penelitian lain tingkat aktivitas fisik yang tinggi memiliki risiko mengalami penurunan libido seksual akibat stres oksidatif.⁶⁶ Penelitian lain juga menyebutkan bahwa efek dari kelelahan dan stress kerja sebagai faktor resiko penyebab ereksi yang memburuk dan mengurangi kepuasan seksual pada pria.⁶⁷ Keadaan stres oksidatif ini dapat di deteksi dengan mengukur kadar *malondialdehid* (MDA) pada jaringan testis, maka diharapkan dapat dilakukan perbaikan untuk penelitian yang akan datang, adapun keterbatasan dalam penelitian ini antara lain berikut:

- 1) Pemeriksaan gambaran histopatologi sel leydig pada tikus jantan galur *wistar* yang diberi aktivitas fisik berat.
- 2) Pemeriksaan kadar *malondialdehid* (MDA) pada histologi jaringan testis guna sebagai marker stres oksidatif akibat aktivitas fisik berat.



BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, disimpulkan bahwa :

- 6.1.1. Pemberian *Virgin Coconut Oil* (VCO) mempengaruhi kadar SOD dan kadar testosteron setelah dilakukan aktivitas fisik berat pada tikus jantan galur wistar.
- 6.1.2. Terdapat perbedaan bermakna kadar SOD dan Testosteron terhadap kelompok yang menggunakan pemberian VCO dengan dosis 0,9 mL/200 g BB/hari dan kelompok dengan pemberian VCO dengan dosis 0,45 mL/200 g BB/hari.
- 6.1.3. Terdapat perbedaan bermakna kadar SOD dan kadar hormon testosteron terhadap kelompok yang diberi aktivitas fisik berat dan terhadap kelompok kontrol dan kelompok perlakuan.

6.2 Saran

- 6.2.1 Perlu adanya pemeriksaan sel leydig pada tikus jantan galur *wistar* yang diberi aktivitas fisik berat.
- 6.2.2 Perlu adanya pemeriksaan kadar malondialdehid (MDA) pada histologi jaringan testis guna sebagai marker stres oksidatif akibat aktivitas fisik berat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sinaga RN, Sinaga FA. Pengaruh Pemberian Vitamin C Terhadap Kadar Malondialdehid dan Haemoglobin Atlet pada Aktifitas Fisik Maksimal. *J Unimed*. 2015;14-24.
2. Muchtadi D. *Gizi Anti Penuaan Dini*. Alfabeta CV; 2009.
3. Harahap NS, Pahutar UP. Pengaruh Aktifitas Fisik Aerobik Dan Anaerobik Terhadap Jumlah Leukosit Pada Mahasiswa Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Medan. *J.Sains Olahraga Ilmu Keolahragaan*. 2018;1(2):33.
4. Rahmadiani D. Ekstrak Pollen Kurma (*Phoenix dactylifera L*) Sebagai Terapi Infertilitas Pada Pria. 2021;10(1):31-40.
5. Macera CA, Ham SA, Yore MM, et al. Prevalence of physical activity in the United States: Behavioral risk factor surveillance system. *J.Prev Chronic Dis*. 2005;2(2):1-10.
6. Saraswati A. Artikel Review Infertility. *J Major* . 2015;4:5.
7. Sinaga FA. Pengaruh Pemberian Virgin Coconut Oil VCO Terhadap Kadar Malondialdehid Tikus pada Aktifitas Fisik Maksimal. 2011:33-39.
8. Akhmad Endang Zainal Hasan H, Agus Setiyono dan SW. Suplementasi Kelapa Kopyor Terhadap Aktivitas Superoksida Dismutase Dan Patologi Anatomi Hati Tikus Akibat Perlakuan Parasetamol. *J.Fitofarmaka*. 2013;3(1):167-176.
9. Blegur Jernih, dan Nalley Wilmentje M. Pengaruh Penambahan Virgin Coconut Oil Dalam Pengencer Tris Kuning Telur Terhadap Kualitas Spermatozoa Sapi Bali (Influence Addition Virgin Coconut Oil in Tris Egg Yolk on the Quality of). 2020;7(2):130-138.
10. Jasda A, Winarto, Kristina N. Pemberian Virgin Coconut Oil Untuk Meningkatkan Jumlah Dan Motilitas Spermatozoa. *J.Fak Kedokteran, Ilmu Biomedik*. 2014;1(2):161-167.
11. Nurdyansyah F. Stres Oksidatif Dan Status Antioksidan. *J. Olahraga*. 2017;2(1):105-109.
12. García Reyes LE. Potensi Regenerasi Sel Sertoli Dan Sel Leydig Tikus (*Rattus Norvegicus*) Model Diabetes Pasca Pemberian Ekstrak Etanol Kulit Buah Jengkol (*Archidendron pauciflorum*). *J Chem Inf Model*. 2013;53(9):1689-1699.
13. Sri Puji Astuti Wahyuningsih, Virid Gibson AH. Pengaruh Polisakarida Krestin Dari Ekstrak Jamur *Coriolus Versicolor* Terhadap Profil Protein Terstikuler Dan Kadar Testosteron Mus musculus. *J Biol*. 2016;5(4):169-175.
14. Santoso MS, Tana S, Mardiaty SM. Efek Penambahan Virgin Coconut Oil (VCO) terhadap Perkembangan Jengger dan Bobot Testis Ayam (*Gallus sp*) Konsumsi daging ayam diimbangi dengan peningkatan produktivitas ayam secara kualitas dan Penggunaan daging ayam khususnya sebagai sumber protein. *J Anat Fisiol*. 2010;18(1):20-27.
15. Astuti SW, Yuniwanti EYW, Djaelani MA. Respon Pemberian Virgin Coconut Oil dan Olive Oil Terhadap Mikroanatomi Testis Tikus Putih Jantan (*Rattus norvegicus*). *J.Anatomi dan Fisiol*. 2017;2(1):37.

16. Gunawati LS. Struktur Histopatologi Testis Tikus Wistar dengan Aktivitas Fisik Berlebih yang Diberikan Ekstrak Daun Kelor. *J.Indonesia Med Veterinus*. 2019;8(5):637-646.
17. Panjaitan RM. Kedelai Terhadap Kolesterol Total Pada Tikus Jantan (*Rattus norvegicus*). *J Ilm Pannmed*. 2015;10(1):130-134.
18. Ighodaro OM, Akinloye OA. First line defence antioxidants-superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT) and glutathione peroxidase (GPX): Their fundamental role in the entire antioxidant defence grid. *Alexandria J Med*. 2018;54(4):287-293.
19. Puspwardojo I, Ngestiningsih D, Johan A. Pengaruh pemberian ekstrak jintan hitam (*Nigella Sativa*) terhadap kadar superoxide dismutase (Sod) plasma pada tikus sprague. *J.Univ Diponegoro*. 2016;5(4):791-799.
20. Kristiningrum E. Peranan SOD pada Tatalaksana Akne Vulgaris. *J.Cdk-261*. 2018;45(2):133-136.
21. Siti Nurhayati, Tejo Krisnanto MS. Superoksida Dismutase (SOD): Apa Dan Bagaimana Peranannya Pada Radioterapi. 2011:67-73.
22. Sheilaadji MU, Listiawan MY, Ervianti E. Hubungan Kadar Antioksidan Superoxide Dismutase (SOD) dengan Indeks Bakterial (IB) pada Pasien Kusta Baru Tipe Multibasiler (MB) tanpa Reaksi (Correlation of Superoxide Dismutase (SOD) Antioxidant Level with Bacterial Index (IB) in New Multibac. *J Berk Ilmu Kesehat Kulit dan Kelamin*. 2019;31(3):100-109.
23. Simanjuntak EJ, Zulham Z. Superoksida Dismutase (Sod) Dan Radikal Bebas. *J Keperawatan Dan Fisioter*. 2020;2(2):124-129.
24. Werdhasari A. Peran Antioksidan Bagi Kesehatan. *J Biomedik Medisiana Indones*. 2014;3(2):59-68.
25. Yunarsa IPPA. Kadar Antioksidan Superoksida Dismutase (SOD) Hati Tikus Pada Aktivitas Fisik Berat. *J Med Udayana*. 2018;7(4):143-147.
26. Wresdiyati Tutik, Astawan Made, Hastanti LY. Profil Imunohistokimia Superoksida Dismutase (SOD) pada Jaringan Hati Tikus dengan Kondisi Hiperkolesterolemia. *Hayati J Biosci*. 2006;13(3):85-89.
27. Kim SH, Kim SH, Lee JH, et al. Superoxide dismutase gene (SOD1, SOD2, and SOD3) polymorphisms and antituberculosis drug-induced hepatitis. *J Allergy, Asthma Immunol Res*. 2014;7(1):88-91.
28. Damayanthi E, Anwar F. Jurnal Gizi Indonesia Status antioksidan dan oksidatif laki-laki yang mengalami kegemukan dengan pemberian minuman rosela ungu. *J Gizi Indones*. 2019;7(2):76-85.
29. Kartiko BH, Siswanto FM. Hormon dalam Konsep Anti Aging Medicine (Hormone On Anti Aging Medicine Concept). *J Ilmu Kesehatan Dan Sains*. 2015;1(2):108-122.
30. Nugroho RA. Dasar-Dasar Endokrinologi. Mulawarman Univ Press. 2016;53(9):1689-1699.
31. Ardana M. Pengaruh Waktu Pengambilan Sampel Darah Terhadap Pemeriksaan Testosteron. *J Trop Pharm Chem*. 2015;3(1):22-28.
32. Kelly DM, Jones TH. Testosterone: A metabolic hormone in health and disease. *J Endocrinol*. 2013;217(3).

33. Hidayatullah S, Udiyono A, Saraswati LD, Ginanjar P, Epidemiologi P. Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kejadian Andropause Pada Pria Usia 30-50 Tahun (Studi Di Kecamatan Pedurungan Kota Semarang). *J Kesehat Masy*. 2018;6(1):317-322.
34. Agarwal A. Cell Phones and their Impact on Male Fertility: Fact or Fiction. *Open Reprod Sci J*. 2011;3(1):125-137.
35. Fajar AS. Stress Oksidatif Dan Status Antioksidan Pada Aktivitas Fisik Maksimal. *J Gener Kampus*. 2016;9(2):176-189.
36. Mudjihartini, N.; Jusman, S.W.A.; Suyatna, F.D; Sadikin M. Stres oksdatif otak tikus pada induksi hipoksia sistemik kronik. *Neurona*. 2017:132-136.
37. Suarjaya IPP, Bisri T, Wargahadibrata H, Sanglah R, Kedokteran F, Udayana U. Reaktif Oksigen Spesies Pada Cedera Otak Traumatik Reactive Oxygen Species In Traumatic Brain Injury. *JNI*. 2012;1(2):144-150.
38. Widayanti E. Oksidasi Biologi, Radikal Bebas, dan Antioxidant. *Majalah Unissula*. 2012;50(128).
39. Harahap NS. Dampak Stres Oksidatif Akibat Aktifitas Fisik Terhadap Siklus Menstruasi Atlet Wanita. *Pengabd Kpd Masy*. 2014;20(78):89-96.
40. Purwaningsih E. Pemendekan Telomer Dan Apoptosis Telomere Shorthening And Apoptosis. *J Kedokt Yars*. 2014;22(2):132-141.
41. Penelitian B, Asasi H. Kementerian Hukum Dan Hak Asasi Manusia Abstrak Abstract.; 2017.
42. Berawi KN, Agverianti T. Efek aktivitas fisik pada proses pembentukan radikal bebas sebagai faktor risiko aterosklerosis. *J Major*. 2017;6(2):86-91.
43. Hayati. Dampak Latihan Intensitas Berat pada Fungsi Imun Tubuh. *Prodi Kepeleatihan dan Olah Raga Univ PGRI Adi Buana Surabaya*. 2014;IV:50-56.
44. Irawan MA. Metabolisme Energi Tubuh dan Olahraga. *J.Sport Sci Br*. 2007;01(07):1-9.
45. Norton K, Norton L, Sadgrove D. Position statement on physical activity and exercise intensity terminology. *J Sci Med Sport*. 2010;13(5):496-502.
46. Helianti D, Hairrudin. Efek Protektif Propolis Dalam Mencegah Stres Oksidatif Akibat Aktivitas Fisik Berat (Swimming Stress) "Propolis" Protective Effect to Prevent Oxidative Stress Caused by Strenuous Physical Activity (Swimming Stress). *J Ilmu Dasar*. 2009;10(2):207-211.
47. Kusumo MP. Pemantauan Aktivitas Fisik.; 2020.
48. Jawi IM, Ngurah Suprpta D, Arcana IN, Indrayani AW, Subawa AAN. Efek Antioksidan Ekstrak Air Umbi Ubijalar Ungu Organ Pada Mencit Yang Diberikan Beban Aktivitas Fisik Maksimal. *Univ Udayana*. 2013.
49. Flora R. Pengaruh Latihan Fisik Anaerobik Terhadap Kadar Laktat Plasma dan Kadar Laktat Jaringan Otot Jantung Tikus Wistar Effect Anaerobic Exercise on The Blood Lactate Levels and Myocardium Levels in Wistar Rats. *J Artic*. 2015;1:40-42.
50. Rohaya. Pengaruh Latihan Fisik Anaerobik Terhadap Kadar Ambang Batas Asam Laktat pada Orang yang Terlatih. *PhD Propos*. 2015;1.
51. Palar CM, Wongkar D, Ticoalu SHR. Manfaat Latihan Olahraga Aerobik

- Terhadap Kebugaran Fisik Manusia. *J e-Biomedik*. 2015;3(1).
52. Lima EBC, Sousa CNS, Meneses LN, et al. *Cocos nucifera* (L.) (arecaceae): A phytochemical and pharmacological review. *Brazilian J Med Biol Res*. 2015;48(11):953-964.
 53. Andriani M. Sifat Antioksidan pada VCO Jahe. *Caraka Tani XXIII*. 2008;1(2008).
 54. Muis A. Ekstrak Virgin Coconut Oil Sebagai Sumber Pangan Fungsional. *J Penelit Teknol Ind*. 2017;6(2):11.
 55. Utami H. Sakai Sambayan *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*. 2019;3(2):91-95.
 56. Muis A. *Aktivitas Antioksidan Andaliman.pdf*. 2009:86-93.
 57. Wulandari FR, Mamfalutfi T, Dasrul D, Rajuddin R. Pengaruh Ekstrak Buah Tomat (*Lycopersicum Esculentum* L.) Terhadap Kadar Hormon Testosteron Tikus Putih (*Rattus Novergicus* L.) Yang Diberi Pakan Tinggi Kolesterol. *AVERROUS J Kedokt dan Kesehat Malikussaleh*. 2018;2(2):28.
 58. Rahman D. Jumlah Leukosit Dan Hitung Jenis Leukosit Pada Atlet Softball. 2018;2(4):1-9.
 59. Kesuma Sayuti IY. *Antioksidan Alami Dan Sintetik*. Asosiasi Penerbit Perguruan Tinggi Indonesia (APPTI); 2015.
 60. Crane JD, Abadi A, Hettinga BP, et al. Elevated mitochondrial oxidative stress impairs metabolic adaptations to exercise in skeletal muscle. *PLoS One*. 2013;8(12):1-12.
 61. Harun I, Susanto H, Rosidi A. Pemberian tempe menurunkan kadar malondialdehyde (MDA) dan meningkatkan aktivitas enzim superoxide dismutase (SOD) pada tikus dengan aktivitas fisik tinggi. *J Gizi dan Pangan*. 2017;12(3):211-216.
 62. Zulfahri. *Pengaruh Pemberian Tocopherol Terhadap Kadar Testosteron, Jumlah Sperma Dan Berat Testis Mencit Jantan Dewasa*. 2011.
 63. Dosumu O, Duru F, Osinubi A, Oremosu A, Noronha C. Influence of virgin coconut oil (VCNO) on oxidative stress, serum testosterone and gonadotropic hormones (FSH, LH) in chronic ethanol ingestion. *Agric Biol J North Am*. 2010;1(6):1126-1132.
 64. Lawa AB, Hine TM, Nalley WM. Penganruh Penambahan Virgin Coconut Oil, Minyak Ikan dan Minyak Zaitun dalam Pengencer Tris terhadap Kualitas Semen Cair Babi Landrace. *J Sain Peternak Indones*. 2021;16(2):135-141.
 65. Ulinuha R, Udiyono A, Adi MS, Arie M. Gambaran Kejadian Obesitas, Asupan Gizi Dan Aktivitas Fisik Berdasarkan Status Andropause Pada Pria Usia 30-50 Tahun (Studi Di Kecamatan Tembalang Kota Semarang). *J Kesehat Masy*. 2018;6(1):287-297.
 66. Sinuraya LW. Hubungan antara aktivitas fisik dengan libido seksual pada pria karyawan kantor di kecamatan grogol, sukoharjo. *Skripsi*. 2014;3(2010):1-4.
 67. Papaefstathiou E, Apostolopoulou A, Papaefstathiou E, Moysidis K, Hatzimouratidis K, Sarafis P. The impact of burnout and occupational stress on sexual function in both male and female individuals: a cross-

- sectional study. *Int J Impot Res.* 2020;32(5):510-519.
68. Mae Sri Hartati Wahyuningsih. Penghitungan Dosis Herbal.2018:16-49.



LAMPIRAN 1

Tabel Konversi Dosis Hewan dan Manusia

	20 g Mencit	200 g Tikus	400 g Marmot	1,5 kg Kelinci	1 kg Kucing	4kg Kera	12 kg Anjing	70 kg Manusia
20 g mencit	1,00	7,00	12,29	27,80	23,70	64,10	124,20	287,90
200 g Tikus	0,14	1,00	1,74	3,30	4,20	9,20	17,80	56,00
400 g Marmot	0,08	0,57	1,00	2,25	2,0	5,20	10,20	31,50
1,5 kg Kelinci	0,04	0,25	1,44	1,00	1,08	2,40	4,50	14,20
1 kg Kucing	0,03	0,23	0,41	0,92	1,00	2,20	4,10	13,00
4 kg Kera	0,016	0,11	0,19	0,42	0,5	1,00	1,90	6,10
12 kg Anjing	0,008	0,06	0,10	0,22	0,2	0,52	1,00	3,10
70 kg Manusia	0,0026	0,018	0,31	0,07	0,13	0,16	0,32	1,00

(Sumber : Wahyuningsih⁶⁸)

LAMPIRAN 2

Berat Badan Tikus (gram) Perperiode pada Berbagai Kelompok Perlakuan



UNIVERSITAS GADJAH MADA
PUSAT STUDI PANGAN DAN GIZI

Alamat: Gedung PAU-UGM, Jalan Teknika Utara, Berek, Yogyakarta 55281, Telp./Fax. (0274) 589242 <http://cfns.ugm.ac.id>, E-mail: cfns@ugm.ac.id

No	Kode	31-Agu-21	07-Sept-21	VCO	17-Sept-21	VCO	24-Sept-21	VCO	28-Sept-2021	VCO	05-Okt-21
		BB gram	BB gram	ml / 200 gr ml	BB gram	ml / 200 gr ml	BB gram	ml / 200 gr ml	BB gram	ml / 200 gr ml	BB gram
1	K1.1	182	188		195		201		209		216
2	K1.2	181	189		197		203		211		218
3	K1.3	177	183		190		198		204		210
4	K1.4	175	182		189		196		203		209
5	K1.5	172	178		185		192		198		207
6	K1.6	183	189		196		202		210		216
7	P1.1	178	185		191		197		203		208
8	P1.2	173	181		187		194		198		203
9	P1.3	172	180		186		191		199		204
10	P1.4	167	174		180		186		192		197
11	P1.5	169	177		182		190		195		200
12	P1.6	168	175		180		187		193		198
13	P2.1	185	191	0,860	197	0,887	203	0,914	210	0,945	215
14	P2.2	188	195	0,878	200	0,900	207	0,932	212	0,954	220
15	P2.3	180	187	0,842	194	0,873	200	0,900	205	0,923	211
16	P2.4	178	185	0,833	191	0,860	197	0,887	202	0,909	209
17	P2.5	180	186	0,837	193	0,869	199	0,896	204	0,918	210
18	P2.6	176	182	0,819	189	0,851	194	0,873	200	0,900	205

19	P3.1	180	187	0,421	192	0,432	199	0,448	204	0,459	211
20	P3.2	177	184	0,414	190	0,428	196	0,441	201	0,452	208
21	P3.3	173	180	0,405	186	0,419	192	0,432	198	0,446	203
22	P3.4	184	190	0,428	197	0,443	202	0,455	209	0,470	213
23	P3.5	172	179	0,403	185	0,416	190	0,428	197	0,443	203
24	P3.6	167	174	0,392	181	0,407	186	0,419	193	0,434	197
	K1	Normal									
	P1	Fisik →									
	P2	Fisik → VCO 0,9 ml / 200 gr									
	P3	Fisik → VCO 0,45 ml / 200 gr									

LAMPIRAN 3

Data Hasil Sebelum Dan Sesudah Aktivitas Fisik



UNIVERSITAS GADJAH MADA
PUSAT STUDI PANGAN DAN GIZI

Alamat: Gedung PAU-UGM, Jalan Teknik Utara, Burek, Yogyakarta 55281, Telp./Fax. (0274) 589242 <http://cfns.ugm.ac.id>, E-mail: cfns@ugm.ac.id

DATA HASIL

No	Kode	SOD		Testosteron	
		Abs	%	Abs	ng / ml
1	K0.1	0,045	81,97	0,764	166,46
2	K0.2	0,047	78,69	0,757	164,70
3	K0.3	0,048	77,05	0,749	162,68
4	K0.4	0,044	83,61	0,738	159,91
5	K0.5	0,046	80,33	0,750	162,93
6	K0.6	0,049	75,41	0,744	161,42
7	K1.1	0,077	29,51	0,343	60,52
8	K1.2	0,072	37,70	0,329	57,00
9	K1.3	0,078	27,87	0,350	62,28
10	K1.4	0,074	34,43	0,334	58,25
11	K1.5	0,075	32,79	0,337	59,01
12	K1.6	0,076	31,15	0,330	57,25
13	P1.1	0,051	72,13	0,698	149,85
14	P1.2	0,049	75,41	0,708	152,37
15	P1.3	0,048	77,05	0,703	151,11
16	P1.4	0,056	63,93	0,685	146,58
17	P1.5	0,053	68,85	0,706	151,86
18	P1.6	0,052	70,49	0,680	145,32
19	P2.1	0,058	60,66	0,621	130,47
20	P2.2	0,057	62,30	0,602	125,69
21	P2.3	0,060	57,38	0,618	129,72
22	P2.4	0,064	50,82	0,604	126,20
23	P2.5	0,061	55,74	0,620	130,22
24	P2.6	0,063	52,46	0,617	129,47

LAMPIRAN 4

Rata-rata, SD, Uji Normalitas dan Homogenitas kadar SOD dan Testosteron pada Berbagai Kelompok

1. Mean dan Standar Deviasi

- SOD

		Statistics			
		Kelompok 1	Kelompok 2	Kelompok 3	Kelompok 4
N	Valid	6	6	6	6
	Missing	0	0	0	0
Mean		79.5100	32.2417	71.3100	56.5600
Std. Deviation		3.06816	3.53972	4.72479	4.49132

- Testosteron

		Statistics			
		Kelompok 1	Kelompok 2	Kelompok 3	Kelompok 4
N	Valid	6	6	6	6
	Missing	0	0	0	0
Mean		163.0167	59.0517	149.5150	128.6283
Std. Deviation		2.32429	2.03361	2.91611	2.11452

2. Uji Normalitas (*Shapiro-Wilk*)

- SOD

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kelompok 1	.122	6	.200*	.982	6	.961
Kelompok 2	.121	6	.200*	.983	6	.964
Kelompok 3	.141	6	.200*	.973	6	.913
Kelompok 4	.153	6	.200*	.958	6	.801

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

a. Lilliefors Significance Correction

Lanjutan Lampiran 4

- Testosteron

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kelompok 1	.182	6	.200*	.984	6	.968
Kelompok 2	.175	6	.200*	.928	6	.563
Kelompok 3	.212	6	.200*	.883	6	.282
Kelompok 4	.321	6	.052	.798	6	.056

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

a. Lilliefors Significance Correction

3. Uji Homogenitas (*Levene test*)

Test of Homogeneity of Variances				
	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
SOD (%)	.426	3	20	.737
Testosteron (ng/ml)	.560	3	20	.647

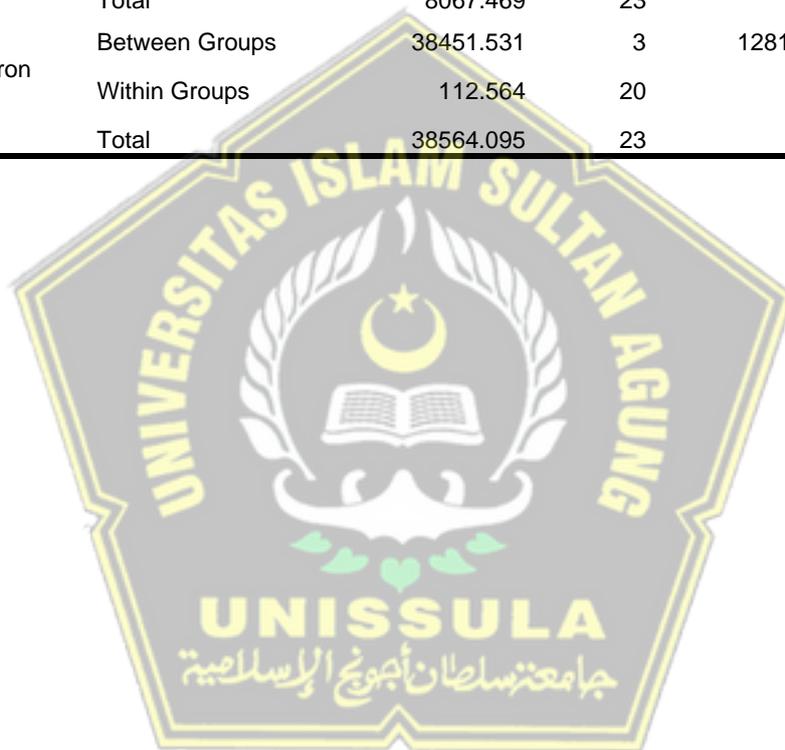
Jadi dapat disimpulkan bahwa Kadar SOD dan Testosteron menunjukkan normal dan homogen sehingga dilakukan uji *One Way Anova* kemudian dilanjut dengan uji *post hoc* dengan uji *Tukey*

LAMPIRAN 5

Hasil Uji Kadar SOD dan Testosteron Antar Berbagai Perlakuan dengan Uji Anova

1. Uji *One Way Anova*

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
SOD (%)	Between Groups	7745.275	3	2581.758	160.261	.000
	Within Groups	322.194	20	16.110		
	Total	8067.469	23			
Testosteron (ng/ml)	Between Groups	38451.531	3	12817.177	2277.313	.000
	Within Groups	112.564	20	5.628		
	Total	38564.095	23			



LAMPIRAN 6

Hasil Uji Beda Kadar SOD dan Kadar Testosteron Antar 2 Kelompok Perlakuan Pada Berbagai Kelompok Perlakuan

Multiple Comparisons

Tukey HSD

Dependent Variable	(I) Kelompok	(J) Kelompok	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
SOD (%)	K1	P1	47.26833*	2.31731	.000	40.7823	53.7543
		P2	8.20000*	2.31731	.010	1.7140	14.6860
		P3	22.95000*	2.31731	.000	16.4640	29.4360
	P1	K1	-47.26833*	2.31731	.000	-53.7543	-40.7823
		P2	-39.06833*	2.31731	.000	-45.5543	-32.5823
		P3	-24.31833*	2.31731	.000	-30.8043	-17.8323
	P2	K1	-8.20000*	2.31731	.010	-14.6860	-1.7140
		P1	39.06833*	2.31731	.000	32.5823	45.5543
		P3	14.75000*	2.31731	.000	8.2640	21.2360
	P3	K1	-22.95000*	2.31731	.000	-29.4360	-16.4640
		P1	24.31833*	2.31731	.000	17.8323	30.8043
		P2	-14.75000*	2.31731	.000	-21.2360	-8.2640
Testoteron (ng/ml)	K1	P1	103.96500*	1.36970	.000	100.1313	107.7987
		P2	13.50167*	1.36970	.000	9.6680	17.3354
		P3	34.38833*	1.36970	.000	30.5546	38.2220
	P1	K1	-103.96500*	1.36970	.000	-107.7987	-100.1313
		P2	-90.46333*	1.36970	.000	-94.2970	-86.6296
		P3	-69.57667*	1.36970	.000	-73.4104	-65.7430
P2	K1	-13.50167*	1.36970	.000	-17.3354	-9.6680	
	P1	90.46333*	1.36970	.000	86.6296	94.2970	
	P3	20.88667*	1.36970	.000	17.0530	24.7204	
P3	K1	-34.38833*	1.36970	.000	-38.2220	-30.5546	
	P1	69.57667*	1.36970	.000	65.7430	73.4104	
		P2	-20.88667*	1.36970	.000	-24.7204	-17.0530

LAMPIRAN 7

Uji Normalitas dan Homogenitas Berat Badan Sampel Sebelum dan Sesudah Perlakuan

Tests of Normality

	kelompok	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
sebelum	K1	.229	6	.200*	.925	6	.542
	P1	.203	6	.200*	.922	6	.523
	P2	.269	6	.199	.929	6	.576
	P3	.159	6	.200*	.987	6	.980
sesudah	K1	.268	6	.200*	.886	6	.297
	P1	.157	6	.200*	.954	6	.771
	P2	.218	6	.200*	.963	6	.844
	P3	.183	6	.200*	.952	6	.756

a. Lilliefors Significance Correction

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

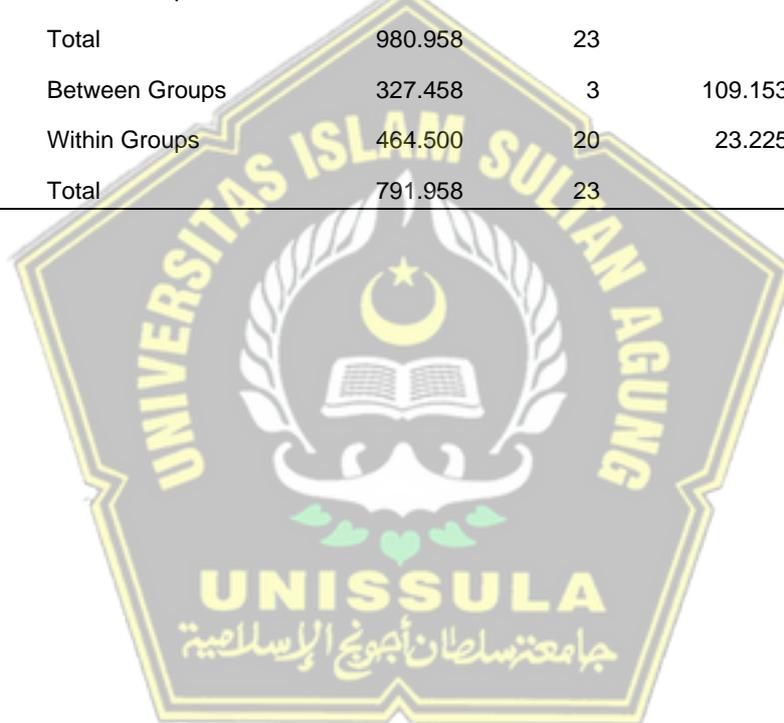
Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
sesudah	.429	3	20	.734
sebelum	.575	3	20	.638

LAMPIRAN 8

Hasil Uji Berat Badan Tikus Sebelum dan Sesudah Perlakuan

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
sesudah	Between Groups	480.125	3	160.042	6.391	.003
	Within Groups	500.833	20	25.042		
	Total	980.958	23			
sebelum	Between Groups	327.458	3	109.153	4.700	.012
	Within Groups	464.500	20	23.225		
	Total	791.958	23			



LAMPIRAN 9
Hasil Uji Beda Berat Badan Sebelum dan Sesudah Perlakuan

Multiple Comparisons

Tukey HSD

Dependent Variable	(I) kelompok k	(J) kelompok k	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
sesudah	K1	P1	11.000*	2.889	.006	2.91	19.09
		P2	1.000	2.889	.985	-7.09	9.09
		P3	6.833	2.889	.117	-1.25	14.92
	P1	K1	-11.000*	2.889	.006	-19.09	-2.91
		P2	-10.000*	2.889	.012	-18.09	-1.91
		P3	-4.167	2.889	.489	-12.25	3.92
	P2	K1	-1.000	2.889	.985	-9.09	7.09
		P1	10.000*	2.889	.012	1.91	18.09
		P3	5.833	2.889	.214	-2.25	13.92
	P3	K1	-6.833	2.889	.117	-14.92	1.25
		P1	4.167	2.889	.489	-3.92	12.25
		P2	-5.833	2.889	.214	-13.92	2.25
sebelum	K1	P1	7.167	2.782	.078	-.62	14.95
		P2	-2.833	2.782	.741	-10.62	4.95
		P3	2.833	2.782	.741	-4.95	10.62
	P1	K1	-7.167	2.782	.078	-14.95	.62
		P2	-10.000*	2.782	.009	-17.79	-2.21
		P3	-4.333	2.782	.424	-12.12	3.45
	P2	K1	2.833	2.782	.741	-4.95	10.62
		P1	10.000*	2.782	.009	2.21	17.79
		P3	5.667	2.782	.208	-2.12	13.45
	P3	K1	-2.833	2.782	.741	-10.62	4.95
		P1	4.333	2.782	.424	-3.45	12.12
		P2	-5.667	2.782	.208	-13.45	2.12

LAMPIRAN 10
DOKUMENTASI PENELITIAN



**Ektra Virgin Coconut Oil (VCO)
Merek Siola**



Penimbangan berat badan tikus



Penimbangan berat badan tikus



**Pemberian larutan dosis VCO melalui
oral dengan cara di Sonde**



Pengambilan darah melalui sinus orbitalis



Aktivitas fisik berenang



Aktivitas fisik berenang



Laboratorium PSPG

LAMPIRAN 11

Ethical Clearance

**KOMISI BIOETIKA PENELITIAN KEDOKTERAN/KESEHATAN
FAKULTAS KEDOKTERAN**

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG

Sekretariat : Gedung C Lantai I Fakultas Kedokteran Unissula
Jl. Raya Kaligawe Km 4 Semarang, Telp. 024-6583584, Fax 024-6594366

Ethical Clearance

No. 263/VIII/2021/Komisi Bioetik

Komisi Bioetika Penelitian Kedokteran/Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung Semarang, setelah melakukan pengkajian atas usulan penelitian yang berjudul :

**PENGARUH PEMBERIAN VCO (*Vigna Cosmum Oil*)
TERHADAP KADAR SOD DAN TESTOSTERON PADA TIKUS
PUTIH GALUR WISTAR DENGAN AKTIVITAS FISIK BERAT**

Peneliti Utama : Witri Lufahah
Pembimbing : Dr.dr. Choudjoh, M.Kes
Dr.dr. Hadis, rosa, M.Kes
Tempat Penelitian : Laboratorium PSPG Universitas Gadjah Mada

dengan ini menyatakan bahwa usulan penelitian diatas telah memenuhi prasyarat etik penelitian. Oleh karena itu Komisi Bioetika merekomendasikan agar penelitian ini dapat dilaksanakan dengan mempertimbangkan prinsip-prinsip yang dinyatakan dalam Deklarasi Helsinki dan panduan yang tertuang dalam Pedoman Nasional Etik Penelitian Kesehatan (PNEPK) Departemen Kesehatan RI tahun 2004.

Semarang, 30 Agustus 2021

Komisi Bioetika Penelitian Kedokteran/Kesehatan
Fakultas Kedokteran Unissula

Ketua,



(dr. Sofwan Dahlan, Sp.F(K))

LAMPIRAN 12

Surat Keterangan Bebas Lab



UNIVERSITAS GADJAH MADA

Pusat Studi Pangan dan Gizi
Jln. Teknika Utara, Berek, YOGYAKARTA 55281
Telepon : 0274-589242, Web : www.cfnis.ugm.ac.id
Email : cfnis@ugm.ac.id

SURAT KETERANGAN BEBAS PEMINJAMAN

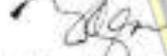
Menerangkan bahwa :

Nama Mahasiswa/Peneliti : Witrin Luthifah
No. Mahasiswa : MBK 1914010165
Jurusan/Fakultas/Universitas : Magister Ilmu Biomedik FK Unissula
Alamat Rumah & Nomor Telpom/HP : Magetan Jawa Timur / 087837225777

Tidak mempunyai pinjaman peralatan dan bahan di laboratorium Pusat Studi Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada.

Yogyakarta, 7 Oktober 2021

Teknisi,
Laboratorium Mikrobiologi


M. Agus Saewoko

Teknisi,
Laboratorium Gizi


Yuli Yanto

Teknisi,
Laboratorium Kimia dan Biokimia


Parwadi

Teknisi,
Laboratorium Rekayasa Pangan,


Suyadi

Mengetahui :
Kepala PSPG,



Prof. Dr. Ir. Endang S. Rahayu, MS
NIP. 195402221980032001

LAMPIRAN 13

Surat Keterangan Penelitian



UNIVERSITAS GADJAH MADA
PUSAT STUDI PANGAN DAN GIZI

Alamat: Gedung PAU-UGM, Jalan Teknik Utara, Burek, Yogyakarta 55281, Telp./Fak. (0274) 589242 <http://cfsa.ugm.ac.id>, E-mail: cfsa@ugm.ac.id

SURAT KETERANGAN

No. : 130/UB.1/PSPG/Sket/X/2021

Yang bertanda tangan di bawah ini, Kepala Pusat Studi Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada menerangkan bahwa mahasiswa berikut

Nama : Wita Lathifah
NIM : MBK1914010165
Institusi : Magister Biomedik FK Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung Semarang
Judul Penelitian : Pengaruh Pemberian VCO Terhadap Kadar SOD dan Testosteron pada Tikus Putih Galur Wistar dengan Aktivitas Fisik Berat

Telah melakukan penelitian di Laboratorium Gizi (Kandang Hewan Coba) di Pusat Studi Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada pada bulan September s.d. Oktober 2021.

Demikian Surat Keterangan ini kami buat untuk dapat digunakan sebagaimana perlunya.

Yogyakarta, 8 Oktober 2021
Kepala,

Prof. Dr. Ir. Endang Sutriswati Rahayu, M.S.
NIP 195402221980032001