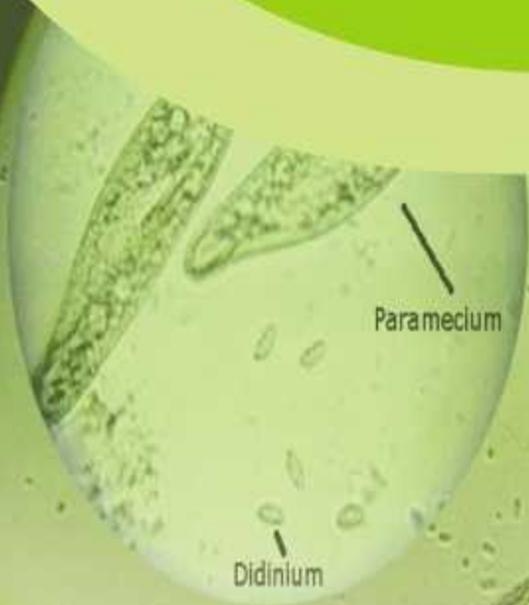




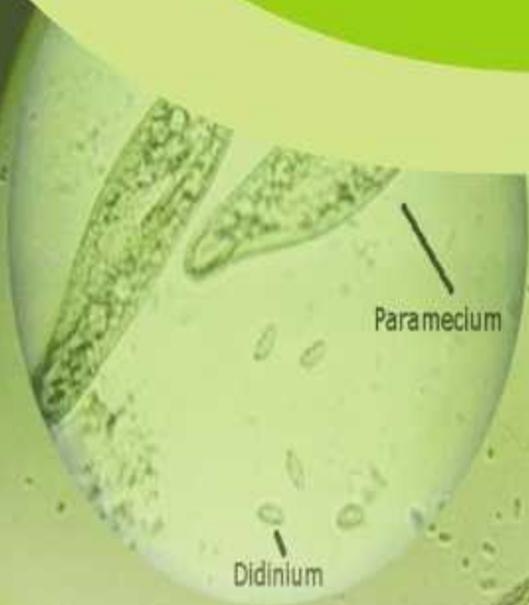
PROSIDING

SEMINAR NASIONAL
PENGUATAN DAN PENGAJARAN
BIOLOGI
SEBAGAI ILMU DASAR

ISBN: 978-602-61633-0-1



Paramecium



Didinium



PROGRAM STUDI BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HINDU INDONESIA

DENPASAR

2017

**PROSIDING
SEMINAR NASIONAL**

**PENGUATAN DAN PENGAJARAN BIOLOGI SEBAGAI
ILMU DASAR**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HINDU INDONESIA
DENPASAR**

2017

Tim Penyunting

Prof. Ir. I Wayan Redi Aryanta, M.Sc., Ph.D.

Prof. Dr. Dra. Endang Susantini, M.Pd.

Prof. Dr. Drs. I Ketut Junitha, MS.

Dr. I Nyoman Arsana, S.Si.,M.Si.

Dr. Drs. I Made Sumarya, M.Si.

ISBN: 978-602-61633-0-1

KATA PENGANTAR PANITIA SEMINAR

Puji syukur kami panjatkan kehadapan *Ida Sang Hyang Widhi Wasa* / Tuhan Yang Maha Esa atas asung kertha waranugrahaNya, sehingga kami dapat menyelesaikan Prosiding Seminar Nasional dengan tema 'Penguatan dan Pengajaran Biologi Sebagai Ilmu Dasar' yang telah diselenggarakan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hindu Indonesia pada tanggal 29 April 2017 di kampus Universitas Hindu Indonesia Jalan Sangalangit Tembau Penatih Denpasar. Tema seminar ini diharapkan dapat memberikan inspirasi kepada kita sebagai seorang pendidik untuk senantiasa memperdalam dan berinovasi dalam mengajarkan biologi sebagai ilmu dasar / *basic science* sesuai dengan kemajuan dan perkembangan sains dan teknologi.

Melalui media seminar ini kita dapat saling tukar menukar informasi ilmiah tentang pengajaran dan perkembangan biologi sebagai ilmu dasar yang sesuai dengan kemajuan dan perkembangan pendidikan dan pengajaran, kemajuan dan perkembangan sains dan teknologi di era global ini. Pada seminar ini ada 42 makalah yang berkaitan dengan biologi dan pengajarannya dipresentasikan selama satu hari yaitu 3 makalah utama yang dipresentasikan secara pleno dan 39 makalah pendukung yang dipresentasikan pada sidang-sidang kelompok sesuai dengan sub temanya yaitu Pengajaran Biologi dan Biologi Sebagai Ilmu Dasar. Para pembicara dan peserta seminar ini berasal dari berbagai instansi pemerintah dan swasta khususnya Perguruan Tinggi dan Lembaga Penelitian di Indonesia.

Dengan terbitnya Prosiding ini diharapkan dapat memberikan sumbangan karya-karya ilmiah untuk meningkatkan kualitas/mutu pengajaran biologi sebagai ilmu dasar dan meningkatkan pemahaman para peserta tentang perkembangan Ilmu Biologi sehingga dapat meningkatkan minat masyarakat untuk menekuni Ilmu Biologi dan Perguruan Tinggi dapat meningkatkan mutu lulusannya.

Denpasar, 10 Mei 2017
Ketua Panitia

I Made Sumarya.

KATA PENGANTAR PENYUNTING

Puji syukur kami panjatkan kehadapan *Ida Sang Hyang Widhi Wasa*/Tuhan Yang Maha Esa atas anugrahNya, sehingga kami dapat menyelesaikan Prosiding Seminar Nasional dengan tema 'Penguatan dan Pengajaran Biologi Sebagai Ilmu Dasar' yang telah diselenggarakan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hindu Indonesia pada tanggal 29 April 2017.

Prosiding ini memuat 42 artikel yang telah dipresentasikan selama satu hari seminar terdiri atas 3 artikel utama yang disajikan pada sidang pleno dan 39 artikel pendukung yang dipresentasikan pada sidang-sidang kelompok. Artikel utama yang ditulis oleh Prof Dr. I Ketut Junitha, MS. Berjudul Penelitian Biologi Berbasis DNA Meningkatkan Aplikasinya Di Masyarakat: Aplikasi DNA dalam Forensik, Budaya dan Kesehatan. Artikel tersebut terutama membahas tentang peranan biologi sebagai ilmu dasar, dimana biologi berperan untuk mengungkap dan menjelaskan fenomena-fenomena alam yang berkaitan dengan makhluk hidup (hayati). Fenomena-fenomena alam dapat dijelaskan melalui penelitian DNA. Data hasil penelitian DNA dapat digunakan dalam bidang forensik, misalnya penelusuran korban meninggal tanpa identitas, sebagai database penelusuran klan atau *soroh* pada masyarakat Bali, dalam bidang epigenetik terutama tentang inaktifnya suatu gen akibat metilasi, asetilasi, ubiquinolasi yang bersifat reversible. Efek epigenetic dari beberapa penyakit seperti kanker, diabetes mellitus tipe 2 dan hipertensi dapat ditanggulangi dengan terapi yoga dan meditasi. Sementara itu artikel yang ditulis oleh Prof Dr. Endang Susantini, M.Pd yang berjudul Strategi-Strategi Belajar: Memudahkan Memahami Konsep Biologi, mengemukakan bagaimana strategi belajar agar dapat memudahkan memahami materi yang dipelajari. Strategi belajar adalah strategi kognitif yang digunakan pebelajar untuk memecahkan masalah-masalah belajar. Tujuan utamanya adalah agar dapat menjadi pebelajar yang mandiri (*self-regulated learner*). Untuk itu maka perlu memahami karakteristik subyek/materi yang akan dipelajari agar dapat memilih dengan tepat jenis strategi belajar yang digunakan. Strategi belajar yang dapat digunakan meliputi: mengulang sederhana; mengulang kompleks; elaborasi; organisasi, dan metakognisi. Penulis utama ketiga yaitu Dr. I Nyoman Arsana, S.Si.,M.Si dalam artikelnya yang berjudul "Aktivitas Fisk, Stres Oksidatif, dan

Penuaan”, menjelaskan proses fisiologi yang terjadi dalam dalam tubuh selama melakukan aktifitas fisik. Proses fisiologi setelah melakukan aktivitas fisik diantaranya adalah memicu ekspresi gen penyandi antioksidan, memicu biogenesis mitokondria, memicu sistim imunitas. Namun demikian aktivitas fisik berlebihan akan membahayakan karena melebihi kemampuan tubuh untuk mentolerirnya sehingga akan menimbulkan stres oksidatif yang dapat memicu berbagai penyakit degeneratif termasuk penuaan. Lebih lanjut dipaparkan perlunya melakukan aktifitas fisik karena ternyata kurang aktivitas fisik telah diidentifikasi sebagai faktor risiko kematian secara global dengan prevalensi sebesar 6% . Di samping itu, 21–25% penyakit kanker payudara dan colon, 27% penyakit diabetes, serta 30% jantung iskemik juga disebabkan oleh kurang aktivitas fisik.

Artikel-artikel pendukung juga membahas tentang penelitian-penelitianbiologi dan pengajaran biologi yang menjadi tema seminar. Di antara artikel tersebut, sebagaian membahas tentang keanekaragaman hayati dan pemanfaatannya dalam bidang kesehatan, ekologi dan lingkungan, sebagian lagi membahas tentang strategi belajar untuk memudahkan pebelajar memahami materi biologi yang diajarkan.

Dengan diterbitkannya prosiding ini, diharapkan karya-karya ilmiah tersebut mampu memberikan pemahaman tentang peran sentral biologi sebagai ilmu dasar serta strategi pengajarannya sehingga dengan menguasai biologi sebagai ilmu dasar maka diharapkan dapat menunjang perkembangan teknologi dan jasa yang berdasarkan pada sumber daya hayati. Perkembangan peradaban ke depan akan banyak melibatkan penggunaan sumber daya hayati dalam pembangunan, dan setiap pembangunan yang berdasarkan sumber daya hayati harus menghitung setiap digit perubahan sumber daya hayati tersebut.

Denpasar, 10 Mei 2017

Penyunting:

Prof. Ir. I Wayan Redi Aryanta, M.Sc., Ph.D.

Prof. Dr. Dra. Endang Susantini, M.Pd.

Prof. Dr. Drs. I Ketut Junitha, MS.

Dr. I Nyoman Arsana, S.Si.,M.Si.

Dr. Drs. I Made Sumarya, M.Si.

SAMBUTAN DEKAN

OM SWASTYASTU

Puji syukur kita panjatkan kehadapan *Ida Sang Hyang Widhi Wasa*/Tuhan Yang Maha Esa karena atas anugrahNya kita dapat menyelesaikan Prosiding Seminar Nasional dengan tema “Penguatan dan pengajaran Biologi sebagai Ilmu Dasar” yang telah diselenggarakan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hindu Indonesia.

Tema tersebut dipilih karena biologi sebagai ilmu dasar kini memainkan peran yang sangat besar bagi perkembangan ilmu dan teknologi. Semua permasalahan ilmu dan teknologi yang berkaitan dengan makhluk hidup (hayati) memerlukan pengetahuan dasar biologi. Kondisi tersebut mengakibatkan para ahli biologi kini dituntut peran aktifnya untuk memecahkan berbagai permasalahan kemanusiaan yang melibatkan makhluk hidup (hayati). Untuk itulah maka diperlukan upaya penguatan biologi sebagai ilmu dasar. Biologi sebagai ilmu dasar agar mudah dipahami oleh peserta didik maka diperlukan inovasi-inovasi baru tentang transfer *knowledge* dari pendidik kepada peserta didik. Perguruan tinggi terutama program studi biologi dan pendidikan biologi mempunyai tugas yang amat berat untuk memenuhi tuntutan tersebut. Untuk itulah maka harus terus digalang kerjasama kemitraan antar lembaga baik pemerintah maupun swasta.

Artikel-artikel yang dimuat dalam prosiding ini telah mencerminkan tema seminar tersebut. Kehadiran pakar genetika dari Universitas Udayana, pakar pendidikan dari Universitas Negeri Surabaya, pakar fisiologi dari Universitas Hindu Indonesia, serta para peneliti dari berbagai universitas telah mewarnai isi prosiding ini.

Dengan diterbitkannya prosiding ini, diharapkan dapat menyebarluaskan informasi tentang berbagai hasil penelitian tentang biologi sebagai ilmu dasar dan pengajarannya.

OM, SHANTI, SHANTI, SHANTI, OM

Denpasar, 10 Mei 2017

Dekan F. MIPA Unhi

Ni Ketut Ayu Juliasih, S.Si., M.Fis

SAMBUTAN REKTOR

Om Swastyastu,

Proses pengajaran atau perkuliahan merupakan salah satu Tri Dharma Perguruan Tinggi yaitu pendidikan dan pengajaran. Oleh karena itu pengajaran berbagai ilmu / mata kuliah termasuk Biologi sebagai ilmu dasar sangat penting untuk selalu ditingkatkan kualitas / mutunya secara berkelanjutan guna dapat terus meningkatkan mutu lulusan sesuai perkembangan jaman dan harapan masyarakat. Untuk meningkatkan kualitas pengajaran maka perlu dilakukan usaha-usaha yang secara konsisten terus dilakukan untuk dapat mencapai tujuan Perguruan Tinggi yang diinginkan.

Universitas Hindu Indonesia sebagai salah satu Perguruan Tinggi yang memiliki Program Studi Biologi sangat berkomitmen untuk memajukannya agar dapat menjadi salah satu pilihan masyarakat untuk menempuh pendidikan bagi anak-anaknya. Sesuai dengan komitmen tersebut maka kami menyambut baik diselenggarakannya seminar nasional dengan tema “Penguatan dan Pengajaran Biologi Sebagai Ilmu Dasar” karena seminar ini merupakan salah satu proses akademik untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Melalui seminar ini kita dapat saling tukar menukar informasi ilmiah dan membagi pengalaman yang berkaitan dengan perkembangan pendidikan dan pengajaran Biologi sebagai ilmu dasar. Guna dapat menguatkan pengajaran Biologi maka pendalaman dan penguasaan metode pengajaran dan keilmuan biologi sangat penting untuk selalu ditingkatkan maka seminar inilah sebagai salah satu forumnya.

Harapan kami mudah-mudahan seminar ini dapat menghasilkan rumusan-rumusan yang sangat bermanfaat bagi penguatan dan pengajaran biologi sesuai dengan perkembangan sains dan teknologi.

Om Shanti, Shanti, Shanti Om.

Denpasar, 10 Mei 2017
Rektor Universitas Hindu Indonesia
Dr. Ida Bagus Dharmika, MA.

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL	i
TIM PENYUNTING	ii
KATA PENGANTAR PANITIA SEMINAR	iii
KATA PENGANTAR PENYUNTING	iv
SAMBUTAN DEKAN	vii
SAMBUTAN REKTOR	viii
DAFTAR ISI	ix

MAKALAH UTAMA

1. PENELITIAN BIOLOGI BERBASIS DNA MENINGKATKAN APLIKASINYA DI MASYARAKAT: APLIKASI DNA DALAM FORENSIK, BUDAYA DAN KESEHATAN I Ketut Junitha	1
2. STRATEGI-STRATEGI BELAJAR: MEMUDAHKAN MEMAHAMI KONSEP BIOLOGI Endang Susantini	14
3. AKTIVITAS FISIK, STRES OKSIDATIF DAN PENUAAN I Nyoman Arsana	25

SUB TEMA: PENGAJARAN BIOLOGI

4. PERAN GURU DALAM MELESTARIKAN KEANEKA-RAGAMAN HAYATI BUAH LOKAL Ni Wayan Ekayanti, Dewa Ayu Puspawati	40
5. FENOMENA LOKAL ASLI INDONESIA SEBAGAI SUMBER BELAJAR DALAM PEMBELAJARAN GENETIKA G.A. Dewi Setiawati, D. N. Budiningsih	46
6. REFERENSI PAKET LENGKAP MEDIA PEMBELAJARAN BIOLOGI BERBASIS INTERNET (SEBUAH KAJIAN PUSTAKA) I Gede Sudirgayasa, I Ketut Surata, I Made Sudiana	55
7. PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS PROYEK TERHADAP HASIL VIDEO BILINGUAL MAHASISWA UNMAS DENPASAR Ida Bagus Ari Arjaya, I Made Diarta	69
8. PENINGKATAN ASPEK KEPEDULIAN LINGKUNGAN BERBASIS MINIKOMPOSTER PADA SISWA SEKOLAH DASAR Ni Wayan Ekayanti, Kadek Rahayu Puspawati	78
9. PERSEPSI MAHASISWA TERHADAP PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN <i>PROBLEM BASED LEARNING</i> DALAM PEMBELAJARAN BIOLOGI MATA KULIAH ILMU DASAR KEPERAWATAN I PADA MAHASISWA TINGKAT I PRODI ILMU KEPERAWATAN STIKES BALI	

Nadya Treesna Wulansari, I Putu Gede Sutrisna, Ni Wayan Kesari Dharmapatni	85
10. MENUMBUHKAN SIKAP ILMIAH DAN PENDIDIKAN KARAKTER PESERTA DIDIK MELALUI KOLABORASI PEMBELAJARAN IPA DENGAN CERITA DONGENG Ni Wayan Ratnadi	94
11. REVITALISASI PENDIDIKAN BERBASIS KEARIFAN LOKAL DALAM PENGELOLAAN LINGKUNGAN HIDUP I Wayan Redi Aryanta dan I Wayan Sulja	103
12. MENGEMBANGKAN KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI SISWA SMADALAM PEMBELAJARAN BIOLOGI I Wayan Karmana	116
13. <i>OUTDOOR LEARNING</i> , DIREKOMENDASI UNTUK PEMBELAJARAN BIOLOGI I Nengah Suka Widana, Ni Nyoman Parmithi, I Gusti Ayu Rai, N. Putri Sumarlani, dan I Made Subrata	130
14. FISIKA MENGINSPIRASI BIOLOGI DALAM MENJELASKAN GEJALA MAHLUK HIDUP I Wayan Suarda	143
15. PERSEPSI MAHASISWA TERHADAP PENERAPAN MODEL <i>PROBLEM BASED LEARNING</i> DALAM PEMBELAJARAN BIOLOGI MATA KULIAH ILMU DASAR KEPERAWATAN I PADA MAHASISWA TINGKAT I PRODI ILMU KEPERAWATAN STIKES BALI Nadya Treesna Wulansari, I Putu Gede Sutrisna, Ni Wayan Kesari Dharmapatni	152

SUB TEMA: BIOLOGI SEBAGAI ILMU DASAR

16. DAYA HAMBAT EKSTRAK DAUN KATUK (<i>Sauropus androgynus</i> (L) Merr) TERHADAP PERTUMBUHAN JAMUR <i>Candida albicans</i> Ernawati Dan Kumala Sari	162
17. MANFAAT MULSA UNTUK PERTUMBUHAN TANAMAN BUDIDAYA I Gede Ketut Adiputra	171
18. ANEMIA PADA IBU HAMIL DI DESA SANGKAN GUNUNG KABUPATEN KARANGASEM Luh Seri Ani	179
19. TAMAN RUMAH TANGGA SEBAGAI EKOSISTEM BINAAN LANGKAH AWAL PENCEGAHAN PENCEMARAN PADA EKOLOGI DAN LINGKUNGAN N. Putri Sumaryani dan Ni Nyoman Parmithi	188
20. KANDUNGAN SENYAWA FENOL DAN POTENSI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DARI EKSTRAK ETANOL DAUN SIRIH (<i>PIPER BETEL</i> L.) I Made Sumarya	199
21. POTENSI ANTIBAKTERI PADA BEBERAPA TANAMAN OBAT YANG TERCATAT DALAM LONTAR USADA TARU PREMENA I Putu Darmawijaya	208

22. PROSPEK SORGUM (<i>Sorghum bicolor</i> L.) LAHAN KERING SEBAGAI PANGAN, PAKAN DAN BIOETANOL Sefrinus M.D Kolo	216
23. DAYA HAMBAT EKSTRAK DAUN ALPUKAT (<i>Persea americana</i> Mill.) TERHADAP PERTUMBUHAN BAKTERI <i>Staphylococcus aureus</i> SECARA <i>IN VITRO</i> Ni Komang Kartini, Ni Ketut Ayu Jullasih, I Made Sumarya	230
24. PENGARUH BEBERAPA JENIS PUPUK ORGANIK TERHADAP PERTUMBUHAN TINGGI TANAMAN DAN JUMLAH DAUN CABAI RAWIT VARIETAS CENGEK (<i>Capsicum frutescens</i> L.) I Kadek Duarsa dan Israll Sitepu	239
25. KUALITAS AIR MINUM ISI ULANGDI KELURAHAN PEMECUTAN KECAMATAN DENPASAR BARATDITINJAU DARI MPN COLIFORM DAN <i>Escherichia Coli</i> I Gede Ngurah Wahyu Prapanca Krisna, Ni Ketut Ayu Jullasih, I Made Sumarya	248
26. TUMBUHAN BAHAN <i>Loloh</i> DAN <i>Boreh</i> DI KELURAHAN KAWAN KECAMATAN BANGLI KABUPATEN Putu Dilla Acintya Junlari, Enlek Kriswiyanti, dan Putu Sudlartawan	258
27. LAMA PENYIMPANAN PADA SUHU RUANG MENINGKATKAN ANGKA LEMPENG TOTAL TELUR AYAM RAS Ni Made Yullantari, I Nyoman Arsana, I Gede Subawa Mas	268
28. TUMBUHAN BAHAN <i>Upakara</i> DALAM <i>Upacara Magedong -Gedongan</i> DI DESA SUKAWATI, KECAMATAN SUKAWATI, KABUPATEN GIANYAR Ni Wayan Arlistya Dewi, Enlek Kriswiyanti dan Ni Ketut Ayu Jullasih	275
29. EKSTRAK ETANOL DAN REBUSAN DAUN SALAM (<i>Syzygium polyanthum</i> [Wight] Walp.) MENURUNKAN LDL-KOLESTEROL TIKUS WISTAR Yulidta Irlani, I N. Arsana, N.K. Ayu Jullasih	286
30. DAYA HAMBAT EKSTRAK DAUN DELIMA (<i>Punica granatum</i> L.) TERHADAP <i>Escherichia coli</i> Kadek Yuli Wndayani, I Nyoman Arsana, I Gede Subawa Mas	295
31. FENOMENA DI BALIK POHON <i>BILA</i> PADA PERAYAAN HARI SUCI <i>SIWARATRI</i> DALAM PERSPEKTIF EKOLOGI HINDU Ir. Anak Agung Komang Suardana, M.Si	301
32. KADAR ASAM URAT DALAM SERUM SETELAH PEMBERIAN AIR PERASAN BAWANG PUTIH (<i>Allium sativum</i>) SECARA <i>EX-VIVO</i> Luh Putu Gunlta Jayasri, I Gede Ketut Adiputra, Gede Subawa Mas	311
33. DAYA HAMBAT EKSTRAK BAWANG PUTIH (<i>Allium sativum</i> L.) TERHADAP PERTUMBUHAN BAKTERI <i>Escherichia coli</i> Ni Komang Rekawati, Ni Ketut Ayu Jullasih, dan I Putu Sudlartawan	319
34. AKTIVITAS ANTIMIKROBA EKSTRAK DAN REBUSAN BUNGA BELIMBING WULUH (<i>Averrhoa bilimbi</i>) TERHADAP BAKTERI <i>Salmonella typhi</i> SECARA <i>IN VITRO</i>	

	Ida Bagus Vidhi Wresvananda, I Wayan Suarda	327
35.	TRADISI <i>KETELABAHAN</i> KONSERVASI DAERAH ALIRAN SUNGAI DI DESA TINGGARSARI KECAMATAN BUSUNGBIUKABUPATEN BULELENG I Wayan Suarda, Komang Agus Triadi Kiswara	338
36.	KARAKTER SARANG SEMUT PADA PERTANAMAN KAKAO DI PETANG, KABUPATEN BADUNG, BALI I Wayan Wahyudi	348
37.	SESITIVITAS <i>Escherichis coli</i> TERHADAP ANTIBIOTIK CIPROPLOXACIN, CEPTRIAZONE DAN CEPOTAXIME PADA PENDERITA INFEKSI SALURAN KEMIH RAWAT INAP DI rsud SANGLAH DENPASAR Astriyani Br Sembiring, I Nyoman Arsana, I Made Sumarya	353
38.	UJI VIABILITAS SERBUK SARI BUAH NAGA SUPER MERAH (<i>Hylocereus costaricensis</i>) SETELAH PENYIMPANAN Ni Kadek Yunita Sari	362
39.	PERBEDAAN KADAR GLUKOSA PADA SERUM PRIA PEROKOK TEBAKAU DAN BUKAN PEROKOK SERTA PENGARUH WAKTU PENUNDAAN PEMERIKSAAN TERHADAP KECEPATAN PENURUNAN KADAR GLUKOSA Ni Putu Widlantari, I Gede Ketut Adi Putra, Anak Agung Komang Suardana	370
40.	PENGARUH MEDIA MUELLER HINTON DARAH KAMBING DAN MEDIA MUELLER HINTON DARAH MANUSIA PADA UJI SENSITIVITAS BAKTERI <i>STREPTOCOCCUS pyogenes</i> Ni Wayan Nilawati dan Euls Dewi Yullana	381
41.	PEMANFAATAN <i>TRICHODERMA</i> sp. SEBAGAI AGENSIA HAYATI RAMAH LINGKUNGAN DALAM PENGENDALIAN PENYAKIT LAYU <i>FUSARIUM</i> PADA TANAMAN TOMAT (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) I Wayan Suanda	390
42.	KAJIAN PUSTAKA: APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DALAM PENGEMBANGAN ILMU BIOLOGI LINGKUNGAN Hermiina Manlea	399

AKTIVITAS FISIK, STRES OKSIDATIF DAN PENUAAN

I Nyoman Arsana

Program Studi Biologi FMIPA Universitas Hindu Indonesia
Jl, Sangalangit, Tembau, Penatih, Denpasar Bali, e-mail: arsanacita@gmail.com

ABSTRAK

Kurang aktivitas fisik telah diidentifikasi sebagai faktor risiko kematian secara global dengan prevalensi sebesar 6% . Di samping itu, 21–25% penyakit kanker payudara dan colon, 27% penyakit diabetes, serta 30% jantung iskemik juga disebabkan oleh kurang aktivitas fisik. Namun demikian, aktivitas fisik masih merupakan paradoks karena disatu sisi dapat meningkatkan kesehatan dan kebugaran fisik, tetapi disisi lain berdampak buruk terhadap kesehatan. Dampak aktivitas fisik terhadap kesehatan, stres oksidatif, serta penuaan dibahas dalam tulisan ini. Aktivitas fisik intensitas sedang merupakan stres fisik terhadap tubuh dan berfungsi sebagai sinyal untuk memicu respon adaptasi. Antioksidan endogen yang diproduksi melalui aktivasi Nrf2, serta biogenesis mitokondria merupakan salah satu respon tersebut. Aktivitas fisik berlebihan akan membahayakan karena melebihi kemampuan tubuh untuk mentolerirnya sehingga akan menimbulkan stres oksidatif. Stres oksidatif dapat memicu berbagai penyakit degeneratif termasuk penuaan. Aktivitas fisik perlu dilakukan secara terencana dengan memperhatikan frekuensi, intensitas, *time* (waktu), dan tipe sehingga tercapai hasil maksimum sesuai sasaran yang ditetapkan serta tidak menimbulkan dampak negatif.

Kata kunci: Aktivitas fisik, Stres oksidatif, Penuaan.

ABSTRACT

Lack of physical activity has been identified as a risk factor for mortality globally with a prevalence of 6%. In addition, 21-25% of breast and colon cancers, 27% of diabetes and 30% of ischemic heart diseases is also caused by a lack of physical activity. However, physical activity is still a paradox because on the one hand to improve health and physical fitness, but on the other hand have a negative impact on health. The impact of physical activity on health, oxidative stress, and aging is discussed in this paper. Moderate intensity physical activity is a physical stress on the body and serves as a signal to trigger the adaptive response. Endogenous antioxidants produced through Nrf2 activation and mitochondrial biogenesis is one such response. Excessive physical activity will harm because it exceeds the body's ability to tolerate so will cause oxidative stress. Oxidative stress can trigger a variety of degenerative diseases including aging. Physical activity needs to be well planned with due regard to the frequency, intensity, time, and type, in order to achieve maximum results in accordance with the established target and does not cause negative impacts.

Key words: *Physical activity, Oxidative stress, Aging.*

PENDAHULUAN

Kemajuan pembangunan disegala bidang disamping membawa manfaat

positif, juga menimbulkan masalah dibidang kesehatan. Kemudahan yang disebabkan oleh kemajuan teknologi telah mengakibatkan aktivitas fisik seseorang menjadi berkurang. Banyak orang yang hanya bekerja dibelakang meja dan sangat kurang melakukan aktivitas fisik, ditambah dengan kerja lembur, mengakibatkan waktu untuk menyiapkan makanan menjadi sedikit sehingga sangat tergantung pada makanan cepat saji dan kehilangan kontrol atas makanan yang dimakan. Dalam kondisi seperti itu umumnya makanan yang dimakan menjadi banyak mengandung lemak jenuh, garam, tetapi sangat kekurangan nutrisi yang sangat dibutuhkan.

Saat ini ada kecenderungan pergeseran pola penyakit dari penyakit menular ke penyakit tidak menular. Kematian akibat penyakit tidak menular di Indonesia mencapai 71%, jauh lebih tinggi di bandingkan dengan penyakit menular yang hanya sebesar 29%. Kematian akibat penyakit tidak menular terutama diakibatkan oleh penyakit kardiovaskuler yang mencapai 37%, kemudian disusul oleh penyakit kanker 13%, diabetes 6%, pernapasan kronis 5%, serta 10% akibat penyakit tidak menular lainnya (WHO, 2014). Penyakit kardiovaskuler (*cardiovascular disease*, CVD) terutama adalah jantung koroner (*coronary heart disease*, CHD) dan stroke. Faktor resiko penyakit jantung koroner maupun stroke terutama adalah rokok, hipertensi, kolesterol, obesitas, dan diabetes. Kolesterol menjadi faktor resiko penyakit jantung koroner mencapai 19,0% pada laki-laki, dan 17,8% pada perempuan. Kolesterol juga

menjadi faktor resiko penyakit stroke yang mencapai 3,9% pada laki-laki dan 6,9% pada perempuan (Husain *et al.*, 2016).

Di kawasan Asia Selatan, obesitas dan dislipidemia telah muncul sebagai masalah utama kesehatan. Kejadian tersebut terutama dipicu oleh kurang aktifitas fisik, kesalahan nutrisi, gaya hidup dan urbanisasi yang mengakibatkan ketidakseimbangan diet dan stres, serta faktor genetik (Misra dan Shrivastava, 2013). Pertumbuhan ekonomi yang cepat, juga telah mengakibatkan prevalensi penyakit metabolik (hiperglikemia, dislipidemia, hipertensi, dan obesitas) meningkat pada masyarakat perkotaan di Cina. Prevalensi tersebut telah mencapai 12,1% pada kelompok usia 32-45 tahun, dan 45% pada kelompok usia di atas 75 tahun (Wang *et al.*, 2013).

Kurang aktivitas fisik telah diidentifikasi menjadi faktor risiko nomor empat terhadap kematian global dengan prevalensi sebesar 6%, setelah tekanan darah tinggi (13%), tembakau (9%), dan gula darah (6%), sedangkan obesitas mencapai 5%. Risiko ini berkaitan dengan meningkatnya penyakit-penyakit kronis seperti jantung, diabetes dan kanker. Di samping itu, 21–25% penyakit kanker payudara dan colon, 27% penyakit diabetes, serta 30% jantung iskemik disebabkan oleh kurang aktivitas fisik (WHO, 2010). Sementara itu, di Indonesia pada tahun 2010 kelompok usia 18 tahun ke atas kurang aktivitas fisik sebesar 21,1% pada perempuan dan 24,4% pada laki-laki. Sedangkan pada kelompok 11-17 Tahun,

83,1% pada wanita dan 84,3% pada laki-laki kurang aktivitas fisik (WHO, 2017). Aktivitas fisik telah dipercaya dapat mempengaruhi kesehatan dan kebugaran fisik seseorang. Kebugaran fisik berarti kemampuan tubuh untuk melakukan aktivitas sehari-hari tanpa menimbulkan kelelahan dan masih tersedia energi yang cukup untuk melakukan tugas mendadak (Adiputra, 2010). Semakin baik kebugaran fisik seseorang maka resiko kematian akan semakin kecil (Sharkey, 2003). Penyakit-penyakit tidak menular seperti stroke, diabetes, kanker serta penuaan dini dipercaya dapat dicegah melalui aktivitas fisik.

Pola hidup sehat dan menjalani kehidupan yang aktif merupakan cara termudah dan termurah untuk meningkatkan kebugaran dan kesehatan. Kehidupan yang aktif berarti cara hidup yang didasarkan pada aktivitas fisik atau olah raga secara teratur dan sekumpulan kehidupan yang berkaitan dengan makanan yang sehat, mengontrol berat badan, penanggulangan stres, bebas dari rokok dan obat-obatan, mengurangi alkohol dan pencegahan penyakit (Sharkey, 2003). Namun demikian aktivitas fisik masih dipandang sebagai suatu paradoks karena disatu sisi diyakini dapat meningkatkan kesehatan dan kebugaran fisik, tetapi disisi lain berdampak buruk terhadap kesehatan. Penyakit seperti kardiovaskuler, diabetes melitus, hipertensi, obesitas, osteoporosis, serta proses penuaan dipercaya dapat dicegah melalui aktivitas fisik seperti olahraga. Manfaat aktivitas fisik terhadap kesehatan dan kebugaran fisik, dampak terhadap stres oksidatif serta penuaan dibahas dalam tulisan ini.

Manfaat Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik dapat didefinisikan sebagai setiap gerakan tubuh yang dihasilkan oleh otot rangka yang memerlukan pengeluaran energi (WHO, 2010). Aktivitas fisik dapat berupa aktivitas fisik yang dilakukan sehari-hari seperti berkebun, jalan-jalan, bersepeda, ataupun aktivitas olahraga yang dilakukan secara sistematis, berulang dan dengan pembebanan yang bersifat progresif. Aktivitas fisik mempunyai banyak manfaat diantaranya; meningkatkan fungsi jantung, paru dan pembuluh darah yang ditandai dengan denyut nadi istirahat menurun, isi sekuncup bertambah, kapasitas bertambah; meningkatkan kekuatan otot, meningkatkan kelenturan (fleksibilitas) sehingga dapat mengurangi cedera; meningkatkan metabolisme tubuh untuk mencegah kegemukan dan mempertahankan berat badan ideal; mengurangi resiko terjadinya berbagai penyakit (Depkes, 2002). Resiko penyakit jantung berbanding terbalik dengan aktivitas fisik secara teratur. Hal ini karena aktivitas secara teratur mengurangi beban kerja jantung akibat adanya perubahan pada otot jantung sehingga denyut jantung menjadi lebih rendah. Volume jantung menjadi lebih besar sehingga stroke volume menjadi lebih besar. Diameter dari arteri coroner meningkat sehingga memperkecil peluang terbentuknya plak. Elastisitas pembuluh darah meningkat sehingga tekanan darah menurun dan mengurangi beban kerja jantung (Sharkey, 2003).

Penelitian menunjukkan bahwa orang yang melakukan aktivitas fisik selama 150 menit perminggu dengan intensitas sedang, seperti rekomendasi WHO, mempunyai resiko kematian 31% lebih rendah dibandingkan dengan yang tidak melakukan aktivitas fisik (Arem *et al.*, 2015). WHO merekomendasikan bahwa anak-anak berusia antara 5-17 tahun harus melakukan aktivitas fisik dengan intensitas sedang sampai tinggi minimal 60 menit per hari. Usia antara 18-64 tahun paling tidak melakukan aktivitas fisik intensitas sedang 150 menit perminggu, atau 75 menit perminggu dengan intensitas tinggi, atau kombinasi yang equivalent antara sedang dan tinggi. Usia di atas 65 tahun direkomendasikan melakukan aktivitas fisik yang sama dengan usia antara 18-64 dengan menyesuaikan terhadap kondisi kesehatannya (WHO, 2010).

Penelitian epidemiologi yang bersifat prospektif menunjukkan bahwa berkurangnya aktivitas fisik mempunyai resiko yang lebih tinggi terhadap penyakit jantung koroner (Petersen *et al.*, 2012). Sementara itu penelitian yang dilakukan terhadap pasien dengan cedera saraf tulang belakang (*spinal cord injury*) menunjukkan bahwa aktivitas fisik berperan dalam meningkatkan kesehatan dan kebugaran, serta mempunyai resiko lebih rendah terhadap penyakit cardiovascular (Nooijen *et al.*, 2012). Penelitian yang dilakukan pada 193 orang dengan kondisi prediabetik menunjukkan bahwa aktivitas fisik mampu memperbaiki kondisi profil kardiometabolik yang diukur dari perbaikan lemak tubuh, status inflamasi,

resistensi insulin serta profil lipid yang lebih baik (Pires *et al.*, 2012). Sementara itu pada orang dengan rheumatoid arthritis, profil lipid yang lebih buruk dikaitkan dengan kurangnya aktivitas fisik (AbouAssi *et al.*, 2017). Penelitian yang dilakukan pada 352 orang laki-laki sehat menunjukkan bahwa pada kelompok yang melakukan olahraga secara teratur tampak mempunyai simpanan lemak tubuh lebih rendah dibandingkan dengan kelompok yang tidak melakukan olahraga karena terjadinya peningkatan metabolisme energi (Yoshioka *et al.*, 2001).

Kondisi tersebut di atas tampaknya berkaitan dengan perbaikan kapasitas oksidasi sel. Proses oksidasi bertujuan untuk menghasilkan energi (ATP) yang akan digunakan untuk berbagai aktivitas fisik. Energi yang diperlukan selama aktivitas tersebut dibebaskan melalui proses metabolisme aerob maupun anaerob. Metabolisme anaerob berasal dari sistem fosfokreatin atau kreatin posfat atau sistem phospagen dan sistem laktat. Sedangkan metabolisme aerob berasal dari pembakaran glikogen otot oleh oksigen melalui proses glikogenolisis, glikolisis dan siklus krebs yang berlangsung di dalam mitokondria (Giriwijoyo dan Ali, 2005; Guyton dan Hall, 2007).

Ada indikasi bahwa peningkatan aktivitas oksidasi berkaitan dengan biogenesis mitokondria. Biogenesis mitokondria dipercaya dapat dipicu oleh olahraga teratur (Niklas *et al.*, 2010), di mana kepadatan mitokondria setelah melakukan olahraga *endurance* selama enam sampai tujuh minggu 40-48% lebih banyak dibandingkan sebelum

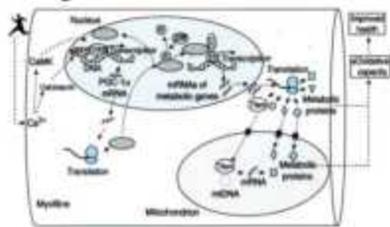
berolahraga (Tarnopolsky *et al.* 2007; Tonkonogi *et al.* 2000). Proses biogenesis mitokondria merupakan proses yang kompleks karena mitokondria disusun dari protein yang dikode oleh DNA inti dan mtDNA. Beberapa jalur *signalling* transkripsi mtDNA diantaranya adalah; *calcium/calmodulin-dependent protein kinase (CaMK)*, *protein kinase C (PKC)*, dan *calcineurin* (Figueiredo *et al.*, 2008). Selama olahraga akan terjadi kontraksi otot, terutama otot skelet, dimana terjadi peningkatan kadar Ca^{+2} dalam sitoplasma yang dilepaskan oleh retikulum sarkoplasmik. Peningkatan kadar Calcium (Ca^{+2}) dalam sitoplasma, akan mengaktifasi *CaMK* atau *calcineurin signalling pathway*. Aktivasi tersebut meningkatkan ekspresi gen untuk membentuk *nuclear transcription factor* seperti *peroxisome-proliferator-activated receptor- γ coactivator-1 α* (PGC-1 α). PGC-1 α merupakan regulator penting untuk biogenesis mitokondria. PGC-1 α mempunyai kemampuan meningkatkan aktivitas transkripsi gen target dengan mengikat regulator transkripsi tambahan (Joseph *et al.*, 2006).

Transkrip PGC-1 α mengalami translokasi menuju sitoplasma untuk ditranslasi lebih lanjut. Protein PGC-1 α yang telah terbentuk setelah translasi akan ditranslokasi kembali menuju nukleus untuk mengatur transkripsi gen-gen metabolik dan *transcription factor* lainnya dengan berikatan pada berbagai macam *transcription factor* (TF) serta *coactivator* (CO). PGC-1 α juga dapat mengatur kembali transkripsi PGC-1 α itu sendiri. Aktivitas PGC-1 α dapat dihambat ketika suatu *repressor* (R)

terikat pada PGC-1 α , dan hambatan ini dapat dilepaskan oleh fosforilasi protein p38. Salah satu *transcription factor* yang terbentuk adalah *Tfam* (*mitochondrial transcription factor A*). *Tfam* dan protein metabolik lainnya dikirim ke dalam mitokondria dan meningkatkan transkripsi gen-gen yang dikode oleh mitokondria dan replikasi mtDNA. Dengan demikian aktivitas fisik terutama olahraga teratur, akan meningkatkan biogenesis mitokondria dan kapasitas oksidatif otot skelet yang pada gilirannya akan meningkatkan kesehatan (Joseph *et al.*, 2006). Mekanisme tersebut digambarkan pada Gambar 1.

Manfaat lain dari aktivitas fisik adalah mampu menghambat pertumbuhan sel kanker. Sebuah penelitian menunjukkan bahwa, biakan sel kanker prostat yang ditambahkan serum darah orang yang berolahraga ternyata pertumbuhannya terhambat. Kondisi tersebut terjadi karena peningkatan kadar *insulin like growth factor binding protein-1* (IGFBP-1) dan penurunan konsentrasi *epidermal growth factor* (EGF) (Rundqvist *et al.*, 2013). *Insulin-like growth factor binding protein* (IGFBP-1) adalah protein yang berfungsi sebagai protein transport terhadap *Insulin-like growth factor* (IGF) dalam sirkulasi dan juga mengatur afinitas IGF terhadap reseptornya yaitu *Insulin-like growth factor reseptor* (IGF-1R) (Baxter, 2014). *Insulin-like growth factor* (IGF) itu sendiri memainkan peran utama dalam mengatur proliferasi dan menghambat apoptosis sel (Brahmkhatri *et al.*, 2015). Sementara itu Magbanua *et al.*, (2014) menyebut bahwa risiko rendah terhadap kanker pada kelompok yang

berolahraga terjadi karena terbentuknya antioksidan endogen melalui mekanisme aktivasi *Nuclear factor-erythroid 2-related factor-2* (Nrf2) sebagai respon dari terbentuknya radikal bebas atau *Reactive oxygen species* (ROS) saat olahraga.

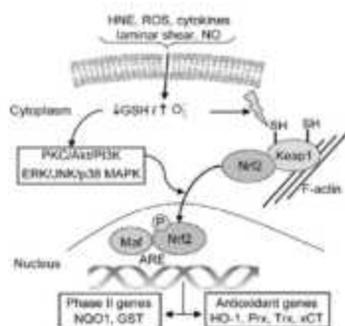


Gambar 1.

Mekanisme biogenesis mitokondria. Olahraga memicu transkripsi PGC-1 α yang selanjutnya memicu transkripsi Tfam sebagai faktor transkripsi untuk mengatur ekspresi mtDNA. PGC-1 α : *peroxisome proliferator-activated receptor- γ coactivator-1*; mtDNA: *mitochondrial DNA*; TFAM : *mitochondria transcription factor A*; CaMK : *Ca²⁺/calmodulin-dependent protein kinase*; CREB: *cAMP response element binding*; MEF2: *myocyte enhancing factor 2*; TF *transcription factor*; CO: *coactivator* ; R: *repressor* (Joseph *et al.*, 2006).

ROS memicu ekspresi gen penyandi antioksidan melalui mekanisme aktivasi *Nuclear factor-erythroid 2-related factor-2* (Nrf2) secara langsung atau melalui serangkaian jalur yang dipertantari oleh interaksi dengan protein spesifik seperti p38, *protein kinase C* (PKC), *extracellular signal-regulated protein kinase* (ERK), *c-jun N-terminal kinase* (JNK), dan *phosphatidylinositol-3-kinase* (PI3K). Dalam kondisi normal, Nrf2 terikat pada *Keap1* dan terdapat

dalam sitoplasma bersama protein aktin sitoskeleton (Mann *et al.*, 2007). Sebaliknya, dalam kondisi terpapar ROS, maka ROS bereaksi dengan sistein pada *Keap1* mengakibatkan pelepasan Nrf2 dari *Keap1*. Nrf2 kemudian mengalami translokasi menuju nukleus dan berikatan dengan ARE bersama protein *small musculoaponeurotic fibrosarcoma* (Smad) untuk mengaktifasi ekspresi gen-gen sitoprotektif seperti *Heme Oxygenase-1* (HO-1), *Peroxyredoxin-1* (Prx-1), *thioredoxin-1* (Trx-1), *cystineglutamate anionic amino acid transporter* (xCT), *glutathione-S-transferase* (GST), dan *NAD(P)H:quinone oxidoreductase* (NQO-1) (Son *et al.*, 2008). Mekanisme tersebut digambarkan pada Gambar 2.



Gambar 2.

Mekanisme Aktivasi Nrf2/ARE oleh ROS (Mann *et al.*, 2007).

Stres Oksidatif

Stress oksidatif merupakan suatu kondisi ketidakseimbangan antara radikal bebas (prooksidan) dengan antioksidan. Radikal bebas dapat dihasilkan sebagai produk samping dari metabolisme aerob untuk membentuk ATP dalam

mitokondria. Dalam reaksi tersebut dibutuhkan oksigen, di mana oksigen akan bereaksi dengan hidrogen untuk membentuk air, tetapi sejumlah kecil oksigen dapat berubah menjadi radikal bebas. ATP tersebut dibutuhkan agar tubuh dapat melakukan berbagai aktivitas fisik seperti olahraga. Dengan demikian, semakin berat aktivitas fisik maka dibutuhkan ATP yang lebih banyak, dan pada gilirannya semakin banyak pula radikal bebas yang terbentuk. Kondisi tersebut mengakibatkan aktivitas fisik yang dilakukan secara berlebihan justru akan berdampak buruk bagi kesehatan. Aktivitas fisik seperti olahraga berlebih merupakan suatu keadaan patologis akibat ketidakseimbangan antara pemulihan dengan aktivitas (Bompa, 1986). Keadaan ini bisa timbul baik akibat intensitas, durasi atau frekuensi yang berlebih. Dengan kata lain melebihi zona aman (Giriwijoyo & Ali, 2005).

Radikal bebas merupakan molekul yang mempunyai satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan. Molekul ini sangat reaktif dan akan menyerang molekul stabil di dekatnya sehingga menjadikannya sebagai radikal bebas (Kothari *et al.*, 2010). Radikal bebas telah diyakini menimbulkan terjadinya peroksidasi lipid membran sel (Setiawan & Suhartono, 2007; Golden, 2009; Khotari *et al.*, 2010; Ngurah, 2007), kerusakan DNA dan apoptosis (Khotari *et al.*, 2010), sehingga berdampak sangat luas pada tubuh seperti terjadinya kanker dan penyakit-penyakit kronis lainnya (Waris & Ahsan, 2006). Kondisi stres oksidatif juga dipercaya sebagai salah

satu pemicu dalam proses penuaan (Rahal *et al.*, 2014).

Walaupun pembentukan radikal bebas akan dinetralkan oleh antioksidan endogen seperti glutathion peroksidase, catalase, *superoxide dismutase* (SOD), tetapi jika produksi radikal bebas melebihi kemampuan antioksidan untuk menetralkannya maka akan terjadi stres oksidatif (Prangdimurti, 2007; Winarsi, 2007). Efektivitas sistem antioksidan dalam mengimbangi produksi radikal bebas mencapai optimum pada aktivitas fisik dengan beban 70 % dari denyut jantung maksimal (Castro *et al.*, 2009), karena olahraga dengan intensitas lebih tinggi akan memproduksi radikal bebas lebih banyak (Güzel *et al.*, 2007).

Pengaruh buruk olahraga berlebih tampak dari beberapa hasil penelitian. Investigasi terhadap 23 peserta lari marathon *São Paulo International Marathon 2013* menunjukkan terjadinya kerusakan otot yang ditandai dengan peningkatan kadar creatine kinase (CK), CK-MB, lactate dehydrogenase (LDH), serta terjadi inflamasi yang ditandai dengan adanya peningkatan sitokin pro-inflamasi seperti interleukin 6 (IL-6), IL-12, dan *tumor necrosis factor alpha* (TNF- α). Kejadian infeksi saluran pernapasan atas 1-2 minggu setelah lomba juga menunjukkan adanya peningkatan dari 13% menjadi 26% (Santos *et al.* 2016). Sitokin pro-inflamasi dilepaskan pada daerah terjadinya inflamasi yang disebabkan oleh adanya infeksi patogen atau kerusakan sel atau jaringan. Sitokin tersebut memfasilitasi terjadinya mobilisasi neutrofil, monosit dan sel lain yang berperan dalam pembersihan antigen dan membantu

penyembuhan sel atau jaringan yg rusak.Sementara itu, penelitian Seifskishahr *et al.* (2016) menunjukkan bahwa olah raga sampai intensitas 75% VO_{2max} selama 30 menit dapat menyebabkan stres oksidatif baik pada kelompok olahragawan profesional, olahraga sedang, maupun yang tidak pernah berolahraga. Namun demikian olahraga intensitas sedang lebih baik dalam mengatasi stres oksidatif.

Untuk mencapai hasil maksimum sesuai sasaran yang ditetapkan serta tidak menimbulkan dampak negatif maka aktivitas fisik atau olahraga perlu dilakukan secara terencana dan dengan memperhatikan frekuensi, intensitas, *time* (waktu), dan Tipe yang sering disingkat dengan *FITT*, sebab sesuai konsep *hormesis* bahwa dosis rendah mempunyai efek merangsang sementara dosis tinggi bersifat toksik (Son *et al.*, 2008). Frekuensi dengan kata lain berapa kali olahraga dilakukan dalam satu satuan waktu tertentu, misalnya tiga atau lima kali per minggu. Olahraga yang frekuensinya sesuai tidak akan menyebabkan kelelahan berlebihan, sebaliknya terlalu sering akan menyebabkan kelelahan. Frekuensi dianggap baik apabila antara aktivitas dan istirahat berjalan seimbang. Keseimbangan ini bertujuan untuk mencapai rasio yang optimal antara rangsangan dan pemulihan yang terjadi di dalam tubuh. Intensitas atau beban olahraga yang akan dilakukan, misalnya intensitas rendah (120 s.d. 150 denyut/menit), medium (150 s.d. 170 denyut/menit), tinggi (170 s.d. 185 denyut/menit), dan maksimal (>185 denyut/menit) (Nala, 2011). Tentunya

intensitas olahraga yang dapat dilakukan seseorang berbeda dan tergantung pada umur. Intesitas maksimal tersebut dapat dihitung secara sederhana dengan persamaan: $220 - \text{umur}$ (Adiputra, 2010). Seseorang disarankan berolahraga dengan beban tidak lebih dari 70% dari denyut nadi maksimal. Jika seorang berumur 70 tahun maka denyut nadi maksimalnya adalah $220 - 70 = 150$ denyut/menit. Dengan demikian maka seseorang yang berumur 70 tahun disarankan berolahraga sampai denyut nadi $150 \times 70\% = 105$ denyut per menit. *Time* atau waktu menunjukkan durasi atau lama waktu olahraga, bisa dalam detik, menit, jam, hari, minggu, bulan, atau bahkan tahun, sehingga tujuan yang diharapkan. Sedangkan tipe atau jenis olahraga yang tepat, misalnya lari, bersepeda atau berenang (Nala, 2011).

Penuaan (Aging)

Banyak perubahan terjadi dengan bertambahnya umur, baik anatomi, fisiologis maupun psikologis. Kondisi tersebut terutama karena proses degeneratif yang dikenal dengan penuaan. Penuaan merupakan proses biologi yang terjadi secara alami pada semua makhluk hidup, serta meliputi seluruh organ tubuh seperti jantung, paru, otak, ginjal, termasuk kulit. Ada dua jenis penuaan yaitu penuaan kronologis atau intrinsik dan penuaan ekstrinsik. Penuaan kronologis yaitu penuaan yang terjadi secara alami sejalan dengan umur, sedangkan penuaan ekstrinsik yaitu penuaan yang disebabkan oleh faktor lingkungan seperti paparan sinar matahari, asap rokok, polusi udara (Sjerobabski-Masneq dan Situm, 2010). Seseorang dikatakan

tua karena bertambahnya umur atau penampilan fisiknya atau dari segi perilakunya. Namun demikian, tanda-tanda penuaan paling jelas terlihat dari penampilan fisiknya terutama sekali pada kulit, seperti kulit keriput, kasar dan kering serta pigmentasi kulit. Keriput atau kerutan terjadi akibat menurunnya sintesis kolagen kulit (Helfrich *et al.*, 2008). Proses penuaan mengakibatkan seorang lanjut usia mengalami gangguan (*impairment*), ketidakmampuan (*disability*) seperti ketidakmampuan pendengaran, penglihatan, mobilitas, meningkat menjadi tidak dapat menjalankan fungsi (*disfunction*), dan timbulnya rintangan (*handicap*). Apabila kondisi tersebut berlangsung terus sejalan dengan bertambahnya umur maka mengarah pada terjadinya penyakit (*disease*) seperti penyakit jantung, stroke, katarak, pikun ataupun penyakit degeneratif lainnya (Rohmah dan Aswin, 2001).

Proses terjadinya penuaan masih merupakan misteri. Namun demikian salah satu teori yang banyak mendapat dukungan sampai saat ini adalah teori radikal bebas. Teori ini pertama kali dikemukakan oleh Denham Harman pada tahun 1956 dalam publikasinya yang berjudul *Aging: A Theory Based On Free Radical And Radiation Chemistry*. Teori tersebut menyebutkan bahwa *aging* berkaitan dengan kehadiran radikal bebas yang dapat merusak sel. Radikal bebas secara normal dihasilkan dari proses metabolisme dalam sel, dimana konsentrasinya meningkat dengan meningkatnya aktivitas metabolisme. Radikal bebas tersebut dapat bereaksi dengan komponen seluler termasuk

nukleoprotein dan asam nukleat sehingga mengakibatkan kemampuan reproduksi sel menjadi terganggu dan perubahan degeneratif lebih lanjut akan terjadi (Harman, 1956). Radikal bebas dapat berasal dari berbagai sumber baik internal seperti aktivitas mitokondria, peroksisom, Cyt-P₄₅₀, maupun eksternal seperti sinar ultraviolet, radiasi pengion (*ionizing radiation*), sitokin inflamasi, pathogen (Waris dan Ahsan, 2006), polusi, logam berat, rokok, maupun olahraga (Aseervatham *et al.*, 2013).

Sinar matahari misalnya, pada kulit manusia akan diserap oleh kromofor endogen, yaitu melanin sehingga terjadi reaksi fotokimiawi yang merubah molekul stabil menjadi molekul sangat reaktif. Hasil reaksi fotokimiawi dikenal sebagai *photo product*, antara lain molekul CPD (*Cyclo butan pyrimidine dimmer*) sebagai hasil reaksi fotoadisi, *Cis-urocanic acid* yang berasal dari molekul *trans* pada reaksi fotoisomerisasi dan ROS (*Reactive Oxygen Species*) seperti ion *superoxide* ($O_2^{\cdot-}$), *hydrogen peroxide* (H_2O_2), *hydroxyl radical* (OH^{\cdot}), dan *peroxyl radical* (OOH^{\cdot}) sebagai hasil reaksi fotooksidasi. ROS dapat menyebabkan terjadinya kerusakan oksidatif pada komponen seluler seperti membran sel, mitokondria, dan DNA (Kariosentono, 2004). ROS tersebut memainkan mekanisme molekuler penting yang melibatkan dua regulator penting dalam produksi kolagen yaitu *transforming growthfactor* (TGF) dan *activator protein* (AP-1). TGF adalah sebuah sitokin yang meningkatkan produksi kolagen. Sedangkan AP-1 adalah faktor transkripsi yang menghambat produksi

kolagen serta meningkatkan degradasi kolagen dengan cara meningkatkan produksi enzim *matrix metalloproteinase* (MMPs). Degradasi kolagen menimbulkan terjadinya penuaan kulit (*photoaging*) (Helfrich *et al.*, 2008).

Aktivitas fisik berlebihan berkontribusi besar terhadap radikal bebas. Dalam hal ini mitokondria dapat memainkan peranan besar karena organel tersebut menjadi tempat pembentukan energi (ATP) melalui proses oksidasi fosforilasi dalam rantai transport elektron. Rantai transpor elektron mengkonsumsi lebih dari 90% oksigen yang diambil oleh sel, dan sekitar 5% dari oksigen tersebut dikonversi menjadi radikal bebas (Ngurah, 2007; Figueiredo *et al.*, 2008). Sebagai konsekuensi dari kondisi tersebut mengakibatkan mitokondria selalu terpapar oleh radikal bebas sehingga dikatakan bahwa DNA mitokondria (mtDNA) dapat mengalami mutasi dan bahkan dengan laju mutasi yang lebih tinggi dari pada DNA inti. Rata-rata laju mutasi mtDNA diestimasi $0,017 \times 10^{-6}$ substitusi/site/tahun, dan bahkan pada *Hypervariable Region* I dan II (HV1 dan HV2) mempunyai laju lebih tinggi (Pakendorf dan Stoneking, 2005). Mutasi tersebut mengakibatkan terjadinya disfungsi mitokondria sebagai organel yang berperan dalam metabolisme energi, dan pada gilirannya mengakibatkan disfungsi sistem tubuh makhluk hidup. Penelitian menunjukkan bahwa disfungsi mitokondria berkontribusi besar terhadap berkurangnya massa otot akibat penuaan (*sarcopenia*). Namun demikian, latihan fisik yang dilakukan selama 6 bulan

mengembalikan kondisi tersebut secara signifikan (Melov *et al.*, 2007).

Antioksidan dapat mencegah terjadinya stres oksidatif dengan caramendonorkan atom hidrogennya kepada radikal bebas maupun dengan memicu ekspresi gen penyandi antioksidan melalui mekanisme aktivasi Nrf2. Mekanisme ini menyerupai mekanisme kerja ROS dalam menginduksi ekspresi gen penyandi antioksidan, seperti yang dijelaskan sebelumnya (Son *et al.*, 2008). Dengan demikian dapat dikatakan bahwa antioksidan mempunyai efek menguntungkan dalam pencegahan penyakit-penyakit degeneratif termasuk mencegah penuaan, terutama pada kondisi defisiensi antioksidan.

Antioksidan dapat digolongkan menjadi antioksidan enzimatis dan non enzimatis. Antioksidan enzimatis disebut juga antioksidan primer atau antioksidan endogen, diantaranya GPx, catalase, dan SOD. Sedangkan, antioksidan non enzimatis disebut juga antioksidan sekunder atau antioksidan eksogen, digolongkan sebagai yang larut dalam lemak seperti tokoferol, karotenoid, flavonoid, quinon, dan bilirubin, sementara yang larut dalam air seperti asam askorbat, asam urat, protein pengikat logam dan protein pengikat heme (Winarsi, 2007). Di samping itu, dikenal juga antioksidan sintetik seperti Butil Hidroksi Anisol (BHA), Butil Hidroksi Toluen (BHT), propil galat, tert-butil hidroksi quinon (TBHQ) (Prangdimurti, 2007).

Antioksidan eksogen dapat bersumber dari berbagai jenis tumbuhan. Senyawa yang terkandung

dalam tumbuhan tersebut telah dieksploitasi secara intensif karena berbagai fungsi biologis seperti antimutagenik, antikarsinogenik, antipenuaan, dan juga antioksidan (Kosem *et al.*, 2007). Senyawa fenol seperti flavonoid banyak ditemukan dalam buah-buahan, sayuran, kacang-kacangan, biji, bunga, dan juga teh dan anggur merah (Middleton Jr. *et al.*, 2000).

Indonesia sendiri telah dikenal memiliki beranekaragam jenis tumbuhan yang diketahui mempunyai kemampuan sebagai antioksidan. Keaneekaragaman hayati tersebut seringkali terpaut erat dengan keaneekaragaman budaya. Kondisi tersebut misalnya terlihat pada penggunaan tumbuhan dalam sarana upacara di Bali. Berbagai jenis bunga digunakan sebagai sarana persembahyangan, termasuk dalam *tirta amerta*, seperti bunga Tunjung (*Nymphaea nouchali*), Jepun (*Plumeria* sp), Gemitir (*Tagetes erecta*), Pacah (*Impatiens balsamina*), Pecah Seribu (*Hydrangea macrophylla*), Cempaka (*Michelia* sp). Bunga-bunga tersebut umumnya berwarna mencolok dan memiliki bau yang harum. Warna bunga umumnya ditentukan oleh adanya pigmen warna, seperti pigmen karotenoid atau antosianin yang menentukan warna merah atau kuning. Pigmen warna selain sebagai pembentuk warna bunga juga berperan sebagai antioksidan. Seperti bunga tunjung yang telah digunakan secara luas dalam sistem pengobatan ayurveda untuk mengobati diabetes mellitus, inflamasi, *liver*, menorrhagia, menstruasi, sebagai aprodiastik (Raja *et al.*, 2010). Bahkan, bunga jepun telah

digunakan secara luas pada produk-produk kecantikan seperti *body lotion*, *scrub*, sabun mandi, dan larutan aroma terapi dan secara terbatas di rumah-rumah kecantikan dan oleh kaum vegetarian digunakan sebagai minuman yang dikenal dengan *frangipani tea* atau teh herbal kamboja (Wrasati *et al.*, 2011).

KESIMPULAN

Aktivitas fisik intensitas sedang merupakan stres fisik terhadap tubuh dan menjadikannya sebagai sinyal untuk memunculkan respon adaptasi. Pembentukan antioksidan endogen melalui aktivasi Nrf2 serta biogenesis mitokondria merupakan salah satu bentuk respon tersebut. Aktivitas fisik berlebihan akan membahayakan karena melebihi kemampuan tubuh untuk mentolerirnya sehingga menimbulkan stres oksidatif. Stres oksidatif dapat memicu berbagai penyakit degeneratif termasuk penuaan. Beranekaragam jenis tumbuhan dengan kemampuan sebagai antioksidan yang dimiliki Indonesia berpotensi untuk mencegah stres oksidatif. Untuk mencapai hasil maksimum sesuai sasaran yang ditetapkan serta tidak menimbulkan dampak negatif maka aktivitas fisik perlu dilakukan secara terencana dan dengan memperhatikan frekuensi, intensitas, *time* (waktu), dan tipe aktivitas fisik yang hendak dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- AbouAssi, H., M.A. Connelly, L. A. Bateman, K. N. Tune, J.L. Huebner, V.B. Kraus, D.A. Winegar, J. D. Otvos, W. E. Kraus dan K.M.

- Huffman. 2017. Does a lack of physical activity explain the rheumatoid arthritis lipid profile? *Lipids in Health and Disease* 16:39. DOI 10.1186/s12944-017-0427-4
- Adiputra, N. 2010. Kesehatan dan kebugaran pekerja/calon pekerja: fokus pada *low back pain* dan pencegahannya serta peranan dokter umum. *Seminar continuing professional development (CPD) kesehatan dan kebugaran seksual serta general imaging check up terkini pada pekerja/calon pekerja Tanggal 28 Agustus 2010*. Universitas Udayana. Denpasar
- Arem, H., S.C. Moore, A.Patel, P. Hartge, A.B. de Gonzalez, K.Visvanathan, P.T. Campbell, M.Freedman, E. Weiderpass, H.O.Adami, M.S. Linet, I.M. Lee, C.E. Matthews. 2015. Leisure time physical activity and mortality: a detailed pooled analysis of the dose-response relationship. *JAMA Intern Med.* 175(6): 959-67. doi:10.1001/jamainternmed.2015.0533
- Aseervatham, G.S.B., T. Sivasudha, R. Jeyadevi dan D. A. Ananth. 2013. Environmental factors and unhealthy lifestyle influence oxidative stress in humans—an overview. *Environ Sci Pollut Res.* 20:4356-4369. DOI 10.1007/s11356-013-1748-0
- Baxter, R.C. 2014. IGF Binding Proteins in Cancer: Mechanistic and Clinical Insights. *CANCER.* 14 (): 329-341
- Bompa, T.O. 1986. *Theory and Methodology of Training : The Key to Athletic Performance.* 3rd. ed. Iowa : Kendall / Hunt Publishing Company.
- Brahmkhatri, V. P., C. Prasanna dan H. S. Atreya. 2015. Insulin-Like Growth Factor System in Cancer: Novel Targeted Therapies. *BioMed Research International* <http://dx.doi.org/10.1155/2015/538019>.
- Castro, M.A.C.de., F.F.C. Neto., L.M.C.Lima., F.M. da Silva., R.J.de Oliveira dan Zanesco. 2009. Production of Free radical and Catalase Activity During Acute Exercise Training in Young Men. *Biology of Sport* 26 (2) : 113 – 118.
- Depkes.2002. Panduan Kesehatan olahraga bagi Petugas kesehatan. Departemen Kesehatan RI. Jakarta.
- Figueiredo, P.A., M.P. Mota, H.J. Appell, dan J. A. Duarte. 2008. The role of mitochondria in aging of skeletal muscle. *Biogerontology* 9:67-84
- Giriwijoyo, H.Y.S.S. dan H.M.M. Ali. 2005. *Ilmu Faal Olahraga.Fungsi Tubuh Manusia pada olahraga*. Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung.
- Golden, N. 2009. Peroksidasi Lipid Membran Sel Pascainjeksi FeCl₃ Intrakortikal Meningkatkan Kejadian Kejang pada Tikuw Wistar Muda. *Disertasi*. Universitas Udayana. Denpasar.
- Guyton, A. C., dan Hall, J.E. 2007. *Fisiologi Kedokteran*. (Terjemahan). Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC
- Harman, D. 1956. Aging: A Theory Based on Free Radical and Radiation Chemistry. *Journal of Gerontology* 11: 298-300
- Helfrich Y R, D L Sachs, J J Voorhees. 2008. Overview of Skin Aging and Photoaging. *Dermatology Nursing.* 20 (3): 177-183.
- Hussain, M. A., A. A. Mamun, S. A. Peters, M. Woodward dan R. R. Huxley. 2016. The Burden of Cardiovascular Disease Attributable to Major Modifiable Risk Factors in

- Indonesia. *J Epidemiol* 26(10):515-521. doi:10.2188/jea.JE20150178
- Joseph, A.M., H. Pilegaard, A. Litvintsev, L.Leick, dan D.A. Hood. 2006. Control of Gene Expression and Mitochondrial Biogenesis in The Muscular Adaptation to Endurance Exercise. *The Biochemical Society*. 42:13-29
- Karieosentono H. 2004. Kelainan Pigmentasi Kulit Dan Penuaan Dini Serta Peran Pendidikan Kedokteran Dibidang Ilmu Kesehatan Kulit& Kelamin. available at: <https://digilib.uns.ac.id>. akses. 30 Desember 2015
- Kosem, N., Han, Y. H., dan Moongkarndi, P. 2007. Antioxidant and Cytoprotective Activities of Methanolic Extract from *Garcinia mangostana* Hulls. *Science Asia*. 33: 283-92.
- Kothari, S., A. Thompson., A. Agarwal dan S.S. du Plessis. 2010. Free radical: Their Beneficial and detrimental effects on Sperm Function. *Indian Journal of Experimental Biology* 48: 425 – 435
- Magbanua, M. J. M., L. W. Jones, P.R. Carroll, J. Simko, E. L. Richman, K. Shinohara, J. M. Chan. 2014. Physical Activity And Prostate Gene Expression In Men With Low-Risk Prostate Cancer. *Cancer Causes Control* 25: 515–523. DOI 10.1007/s10552-014-0354-x
- Mann, G. E., Niehueser-Saran, J., Watson, A., Gao, L., Ishii, T., Winter, P. de., dan Siow, R. C. M. 2007. Nrf2/ARE Regulated Antioxidant Gene Expression in Endothelial and Smooth Muscle Cells in Oxidative Stress: Implications for Atherosclerosis and Preeclampsia. *Acta Physiologica Sinica*. 59 (2):117-27
- Melov, S., M.A. Tarnopolsky, K. Beckman, K. Felkey dan A. Hubbard. 2007. Resistance Exercise Reverses Aging in Human Skeletal Muscle. *PLoS ONE* 2(5): e465. doi:10.1371/journal.pone.0000465
- Middleton Jr, E., Kandaswami, C., dan Theoharides, T. C. 2000. The Effects of Plant Flavonoids on Mammalian Cells: Implications for Inflammation, Heart Disease, and Cancer. *Pharmacological Review*. 52: 673–751
- Misra, A. dan U. Shrivastava. 2013. Obesity and Dyslipidemia in South Asians. *Nutrients* 5: 2708-2733; doi:10.3390/nu5072708.
- Nala, I. G. N. 2011. *Prinsip Pelatihan Olah Raga*. Udayana University Press. Denpasar
- Ngurah, I.B. 2007. Peranan Antioksidan pada olah raga. *Medicina* 38 (1) : 3-6
- Niklas, P., W.Li, W. Jens, T. Michail, dan S. Kent. Mitochondrial Gene Expression in Elite Cyclist: Effect of High-Intensity Interval Exercise. *Eur. J. Appl. Physiol*. 110: 597-606
- Nooijen, C.F.J., S. de Groot, K. Postma, M.P. Bergen, H.J. Stam, J.B.J. Bussmann dan R.J. van den Berg-Emons. 2012. A More Active Lifestyle in Persons With a Recent Spinal Cord Injury Benefits Physical Fitness and Health. *Spinal Cord* 50, 320–323; doi:10.1038/sc.2011.152
- Pakendorf, B. dan M. Stoneking. 2005. Mitochondrial DNA and Human Evolution. *Annu. Rev. Genomics Hum. Genet.* 6:165–83
- Petersen, C.B., M. Gronbaek, J.W. Helge, L.C. Thygesen, P. Schnohr, dan J.S. Tolstrup. Changes in physical activity in leisure time and the risk of myocardial infarction, ischemic heart disease, and all-cause mortality. *Eur J Epidemiol* 27:91–99. DOI 10.1007/s10654-012-9656-z
- Pires, M.M., E.P. Salvador, A. Siqueira-Catania, L.D. Folchetti, A. Cezaretto,

- S.R.G. Ferreira. 2012. Assessment of Leisure-time Physical Activity for The Prediction of Inflammatory Status and Cardiometabolic Profile. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 15 (6): 511-518
- Prangdimurti,E. 2007. Metode Evaluasi Antioksidan Secara In Vitro dan In Vivo. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan Fak. Teknologi Pertanian. IPB. Available at. <http://xa.yimg.com/kq/groups/20875559/1368419127/name/Topik9.pdf>.
- Rahal, A., A.Kumar, , V.Singh, B. Yadav, R.Tiwari, S.Chakraborty dan K.Dhama. 2014. Oxidative Stress, Prooxidants, and Antioxidants: The Interplay. *BioMed Research International*. Article ID 761264. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/761264>
- Raja M K M M, N K Sethiya, S H Mishra. 2010. A Comprehensive review on *Nymphaea stellata*: A Traditionally used bitter. *J.Adv.Pharm.Tech.Res.*1(3):311-319. DOI:10.4103/01110-5558.72424
- Rochmah, W. dan S. Aswin. 2001. Tua dan Proses Menua. *Berkala Ilmu Kedokteran*. 33 (4): 221-7
- Rundqvist, H., M. Augsten, A.Stromberg, E. Rullman, S. Mijwel, P. Kharaziha, T. Panaretakis, T. Gustafsson dan A. Ostman. 2013. Effect of Acute Exercise on Prostate Cancer Cell Growth. *PLOS ONE* 8 (7): e67579. doi:10.1371/journal.pone.0067579
- Santos, V.C., A. P. R.Sierra, R. Oliveira, K. G.Caçula, C.M. Momesso, F.T. Sato, M. Braga, B. Silva, H.H. Oliveira, M.E. Passos, D.R. de Souza, O. S. Gondim, M. Benetti, A. C.L. Pires, N. Ghorayeb, M. A. P. D. M. Kiss, R. Gorjão, T.C. Pithon-Curi, M. F. Cury-Boaventura. 2016. Marathon Race Affects Neutrophil Surface Molecules: Role of Inflammatory Mediators. *PLOS ONE*. DOI:10.1371/journal.pone.0166687
- Seifi-skishahr, F., M.Farjaminezhad, A. Damirchi dan P. Babaei. 2016. Physical Training Status Determines Oxidative Stress and Redox Changes in Response to an Acute Aerobic Exercise. *Biochemistry Research International*. Article ID 3757623. <http://dx.doi.org/10.1155/2016/3757623>
- Setiawan, B. dan E. Suhartono.2007. Peroksidasi Lipid dan Penyakit terkait Stres Oksidatif pada Bayi Prematur.*Majalah kedokteran Indonesia* 57 (1) : 10-14
- Sharkey, B. J. 2003. *Kebugaran dan kesehatan*. PT. RajaGrafindo. Jakarta.
- Sjerobabski-Masneć dan Šitum. 2010. Skin Aging. *Acta Clin Croat* 49(4):515-519
- Son, T.G., Camandola, S. dan Mattson, M.P. 2008.Hormetic Dietary Phytochemicals.*Neuromol Med*. 10: 236-46
- Tarnopolsky MA, Rennie CD, Robertshaw HA, Fedak-Tarnopolsky SN, Devries MC, Hamadeh MJ (2007) Influence of endurance exercise training and sex on intramyocellular lipid and mitochondrial ultrastructure, substrate use, and mitochondrial enzyme activity.*Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 292: R1271–R1278
- Tonkonogi M, Walsh B, Svensson M, Sahlin K (2000) Mitochondrial function and antioxidative defence in human muscle: effects of endurance training and oxidative stress. *J Physiol* 528(2):379–388
- Wang, G.R., LiLi, Y. H. Pan, G.D. Tian, W. L. Lin, Z. Li, Z.Y. Chen, Y. L.

- Gong, G.E. Kikano, K.C. Stange, K.L.Ni dan N.A. Berger. 2013. Prevalence of metabolic syndrome among urban community residents in China. *BMC Public Health*, 13: 599.<http://www.biomedcentral.com/1471-2458/13/599>
- Waris, G. dan H. Ahsan. 2006. Reactive Oxygen Species: Role in The Development of cancer and Various Chronic Condition. *Journal of Carcinogenesis* 5 (14) : 1-8
- Winarsi, H. 2007. *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas. Potensi dan Aplikasinya dalam Kesehatan*. Kanisius. Yogyakarta.
- World Health Organization (WHO). 2010. Global Recommendations on Physical Activity for Health.
- World Health Organization (WHO). 2014. Noncommunicable Diseases Contry Profiles. http://www.who.int/nmh/countries/idn_en.pdf
- World Health Organization (WHO). 2017. Global Health Observatory (GHO) Data. http://www.who.int/gho/ncd/risk_factors/physical_activity/en/
- Wrsiati, L.P., A. Hartati, D. A.A. Yuarini. 2011. Kandungan Senyawa Bioaktif dan Karakteristik Sensoris Ekstrak Simplisia Bunga Kamboja (*Plumeria sp.*). *Jurnal Biologi* XV (2) : 39 - 43
- Yoshioka, M., E. Doucet., S.St-Pierre., N. Almeras., D. Richard., A. Labrie., J.P. Despres., C. Bouchard dan A. Tremblay. 2001. Impact of high-intensity exercise on energy expenditure, lipid oxidation and body fatness. *International Journal of Obesity* 25, 332-339