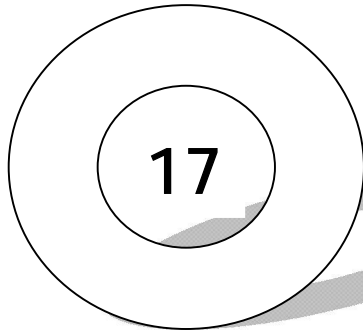


# BAHAN AJAR



## OKSIDAN DAN ANTIOKSIDAN

### Oksidan

Oksidan atau radikal bebas adalah molekul oksigen yang tidak stabil atau molekul lainnya yang tidak stabil. Molekul-molekul tersebut menurut Cooper (1994) hanya mengandung satu atau lebih elektron bebas (elektron yang tidak berpasangan = unpaired electrons). Adanya satu atau lebih elektron bebas menyebabkan senyawa itu menjadi sangat reaktif.

Dalam tubuh terdapat molekul oksigen yang stabil dan yang tidak stabil, molekul oksigen yang stabil, sangat penting untuk memelihara kehidupan, yang tidak stabil termasuk golongan radikal bebas. Sejumlah tertentu radikal bebas diperlukan untuk kesehatan, tetapi kelebihan radikal bebas dapat merusak kesehatan dan sangat berbahaya. Fungsi radikal bebas dalam tubuh adalah melawan radang, membunuh bakteri dan mengatur tonus otot polos dalam organ tubuh dan pembuluh darah.

Produksi radikal bebas yang tinggi/sangat banyak dapat terjadi oleh berbagai faktor misalnya: sinar ultra violet (terdapat dalam sinar matahari), kontamina dalam makanan (zat warna textile yang dipergunakan untuk mewarnai makanan), polusi udara (pencemaran udara oleh asap pabrik dan kendaraan bermotor), asap rokok, insektisida (dalam pertanian dan rumah tangga) dan olahraga berat, serta berbagai bentuk stress psikis. Tentang hubungan dari radikal bebas dengan berbagai penyakit, dilaporkan oleh banyak ahli menunjukan adanya hubungan yang sangat signifikan, khususnya dengan kardio-vaskular, kanker, katarak dan preeklamsia dini. Bentuk penyakit sistem kardio-vaskular adalah: penyakit jantung koroner, gagal jantung kongestif kronik, stroke iskemik dan pendarahan otak, tekanan darah tinggi, yang kesemuanya menyebabkan meningkatnya kematian dini.

Penyakit kardiovaskular terjadi oleh karena radikal bebas yang berlebihan merusak kolesterol LDL (Low Density Lipoprotein) yang tertimbun pada lapisan dalam dinding tunika intima) pembuluh darah arteri. Bila kolesterol LDL yang tertimbun itu tidak dirusak oleh oksidan, sesungguhnya tidak membahayakan. Akibatnya kolesterol

tinggi dalam darah dikaitkan dengan proses atherosclerosis. Proses atherosclerosis menyebabkan pembuluh darah arteri menjadi sempit, kemudian menjadi keras dan kaku. Radikal bebas juga dikaitkan dengan kadar kolesterol HDL (High Density Lipoprotein) yang rendah. Kolesterol HDL menghambat tertimbunnya kolesterol LDL di bawah tunica intima pembuluh darah dan dengan demikian mencegah terjadinya penyakit kardiovaskular.

Perusakan timbunan LDL-kolesterol yang dipicu oleh radikal bebas merupakan awal dipercepatnya proses penebalan dinding dan penyempitan arteri.

### **Sisi gelap oksigen**

Semua mahluk dan tumbuh-tumbuhan, kecuali yang bersifat anaerobik, memerlukan oksigen untuk menghasilkan energi secara efisien. Oksigen adalah unsur yang paling banyak dijumpai pada kerak bumi (jumlah atomnya meliputi 53,8%). Jumlahnya dalam udara kering adalah 21%. Pada tekanan barometer 760 mmHg, tekanan parsial oksigen adalah 159 mmHg. Oksigen juga terlarut dalam air laut, danau, sungai dan genangan-genangan air. Akan tetapi oksigen juga bersifat racun. Molekul diatomik oksigen ( $O_2$ ) di atmosfer bumi itu sendiri adalah radikal bebas dan penyebab utama reaksi-reaksi radikal dalam sel-sel hidup.

Oksigen dalam jumlah besar dapat menimbulkan gejala keracunan dan kerusakan sel. Tekanan  $O_2$  tinggi seperti pada penyelaman, sering menyebabkan keracunan  $O_2$  akut pada Susunan Saraf Pusat (SSP) yang menyebabkan terjadinya kejang-kejang. Hasil penelitian para ahli yang dipaparkan Santoso Giri Wijoyo memperlihatkan, percobaan pada tikus:

Tikus dipaparkan terhadap  $O_2$  murni dengan tekanan 5 Atm, tikus-tikus percobaan tersebut mengalami kejang-kejang pada kaki depan. Dijelaskan pula bawa  $O_2$  pada tekanan 1 Atm biasanya tidak menimbulkan kejang-kejang. Bila kadar  $O_2$  dalam udara 50% (kadar  $O_2$  normal dalam udara 21%), ekuivalen dengan  $PIO_2$  (=tekanan parsial  $O_2$  pada udara inspirasi) 360 mmHg, lambat laun akan menyebabkan kerusakan paru-paru. Orang-orang yang dipaparkan terhadap  $O_2$  murni pada tekanan 1 Atm selama 6 jam, sebagian akan mengalami nyeri dada, batuk dan nyeri tenggorokan, sedang pada pemaparan yang lebih lama, semua orang akan mengalami kerusakan alveoli paru-paru yang tidak dapat disembuhkan lagi. Paru-paru jadi tidak dapat mengambil  $O_2$  sehingga terjadi cyanosis. Penelitian akhir-akhir ini menunjukkan bahwa  $O_2$  dapat lebih merusak paru-paru yang sebelumnya telah rusak oleh sebab lain, sekalipun dalam kadar  $O_2$  yang diyakini "aman".

Dampak merusak dari  $O_2$  terhadap mahluk aerobik variasinya luas, tergantung pada jenis binatang, umur, kondisi fisiologis dan dietnya. Kepekaan terhadap keracunan  $O_2$  juga dipengaruhi oleh komposisi diet, misalnya jumlah vit A, C, E, logam berat dan anti oxidan (yang sekarang banyak dimasukkan pada banyak macam makanan) dan asam lemak tak jenuh. Kondisi tersebut dibuktikan dengan penelitian pada tikus, tikus-tikus yang diberi diet bebas lemak tetapi diberi suplemen cod liver oil (minyak ikan) mempunyai toleransi yang jauh lebih baik dari pada yang diberi suplemen minyak kelapa. Demikian juga tikus-tikus yang diberi kadar glukosa tinggi dalam darahnya, ternyata dapat menunda terjadinya kejang-kejang oleh  $O_2$  bertekanan tinggi.

Selanjutnya Santoso Giri wijoyo juga mengatakan, "Timbulnya kejang-kejang yang diinduksi oleh  $O_2$  pada binatang berhubungan dengan berkurangnya kandungan

neurotransmitter GABA (gamma amino butyric acid), yang disebabkan oleh hambatan terhadap enzim glutamat carboxylase oleh oksigen”.

### **Pertahanan tubuh terhadap radikal bebas**

Penelitian menunjukkan bahwa tubuh membentuk zat antioksidan yang diperlukan untuk menangkal pengaruh buruk oksidan. Akan tetapi bila jumlah radikal bebas sangat berlebihan maka diperlukan juga antioksidan yang berasal dari luar tubuh yang disebut antioksidan exogen; yang terpenting di antaranya adalah vit. C, E dan beta karoten (Pro-vitamin A). Penelitian Neil Gordon (1993 dalam Cooper 1994) memilih 10 pria dan 10 wanita yang terlatih dan 10 pria dan 10 wanita yang tidak terlatih selama 6 minggu sebelumnya tidak menggunakan suplemen antioksidan. Separuh dari pria tersebut adalah atlet yang sangat terlatih dan dalam kondisi baik yang berlatih, mereka latihan lari mencapai jarak 35 km (22 mil)/minggu dan separuh pria yang lainnya benar-benar pesantai. Sedangkan separuh dari wanita tersebut adalah terlatih baik tetapi tidak berlatih seintensif pria. Wanita-wanita tersebut rata-rata berlatih lari 16 km (10 mil) per minggu secara teratur dan separuh wanita lainnya adalah benar-benar pesantai.

Mengingat Oksidan adalah zat yang sangat reaktif, sehingga keberadaannya di dalam darah menjadi sangat sulit dideteksi. Maka penelitian yang dilakukan menggunakan indikator thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) dalam darah. TBARS adalah sisa olahan (metabolisme) oksidan yang keberadaannya di dalam darah diambil pada jam 0, +1, +6 dan +12 setelah latihan. Hasilnya adalah sbb:

Kelompok	Kualitas	TBARS
Wanita	cukup terlatih	1.57
Pria	tidak terlatih	1.71
Wanita	tidak terlatih	1.82
Pria	cukup terlatih	2.32

Hasil tersebut memperlihatkan bahwa olahraga teratur dengan intensitas ringan-sedang (olahraga kesehatan, yang dilakukan oleh 10 orang yang cukup terlatih, produksi oksidannya paling sedikit

Meningkatnya keganasan penyakit pada usia yang semakin tua, sebagian disebabkan oleh meningkatnya jumlah radikal bebas yang dihasilkan, disertai dengan menurunnya kemampuan sistem imun untuk mengeliminasi sel-sel yang berubah (menjadi ganas). Di samping itu kehidupan yang penuh stress juga meningkatkan produksi radikal bebas (Cooper 1994). Kedua hal tersebut di atas dapat diatasi dengan melakukan olahraga kesehatan.

Kemudian beberapa penelitian yang dilakukan oleh para ahli, di antaranya Cooper 1994 menunjukan bahwa kebutuhan antioksidan pada:

- Pria membutuhkan lebih banyak dari pada wanita
- Usia 50 tahun membutuhkan antioksidan yang lebih banyak dari pada usia muda
- Aktivitas yang lebih banyak/ lebih berat memerlukan antioksidan yang lebih banyak.

## **Mekanisme pembentukan oksidan selama olahraga**

### **1. Kebocoran elektron**

Pada olahraga berat konsumsi oksigen dapat meningkat 10-20 kali atau lebih dari kebutuhan istirahat. Sehubungan dengan hak tersebut Cooper (1994) mengatakan “pada serabut otot yang paling aktif konsumsi O<sub>2</sub> dapat mencapai 100-200 kali dari keadaan normal. Pemakaian O<sub>2</sub> yang luar biasa banyak tersebut secara logis memicu pembebasan oksidan dalam jaringan dan akibatnya dapat melelahkan, karena mitochondria merupakan pusat pembentukan energi.

### **2. Ischaemic reperfusion**

Pada olahraga berat, sudah sejak lama telah diketahui bahwa darah yang menuju ke organ-organ yang tidak aktif; misalnya hati, ginjal, lambung dan usus, dialihkan ke otot-otot yang aktif, antara kepada tungkai dan jantung. Hal ini menyebabkan terjadinya kekurangan O<sub>2</sub> (hypoxia) secara akut pada organ-organ tidak aktif tersebut. Bila kegiatan/aktivitas dihentikan, darah dengan cepat mengalir kembali ke organ-organ yang tidak aktif. Proses tersebut menurut Cooper (1998) disebut dengan istilah reperfusion dan peristiwa ini menimbulkan dampak sampingan yaitu terbebaskannya oksidan dalam jumlah besar. Kemudian Cooper (1998) juga mengatakan bahwa, “Hal serupa juga terjadi pada otot yang terlibat dalam olahraga berat (over load) terutama bila mendekati atau mencapai tingkat exhaustion.

## **LATIHAN**

### **A. Petunjuk Latihan**

Sebelum anda menjawab pertanyaan latihan berikut, anda terlebih dahulu harus membaca dan mempelajari kegiatan belajar 1 pada modul ini dengan cermat. Kemudian pahami soal latihan dengan benar, setelah itu jawablah dengan menggunakan bahasa sendiri.

### **B. Soal Latihan**

1. Apa yang dimaksud dengan radikal bebas atau oksidan, apa sifat-sifatnya.
2. Faktor-faktor apa saja yang dapat meningkatkan produksi oksidan?
3. Bagaimana hubungan radikal bebas dengan keganasan suatu penyakit?
4. Apa yang dimaksud dengan antioksidan, ada berapa macam dan sebutkan contoh-contohnya dan apa perannya?