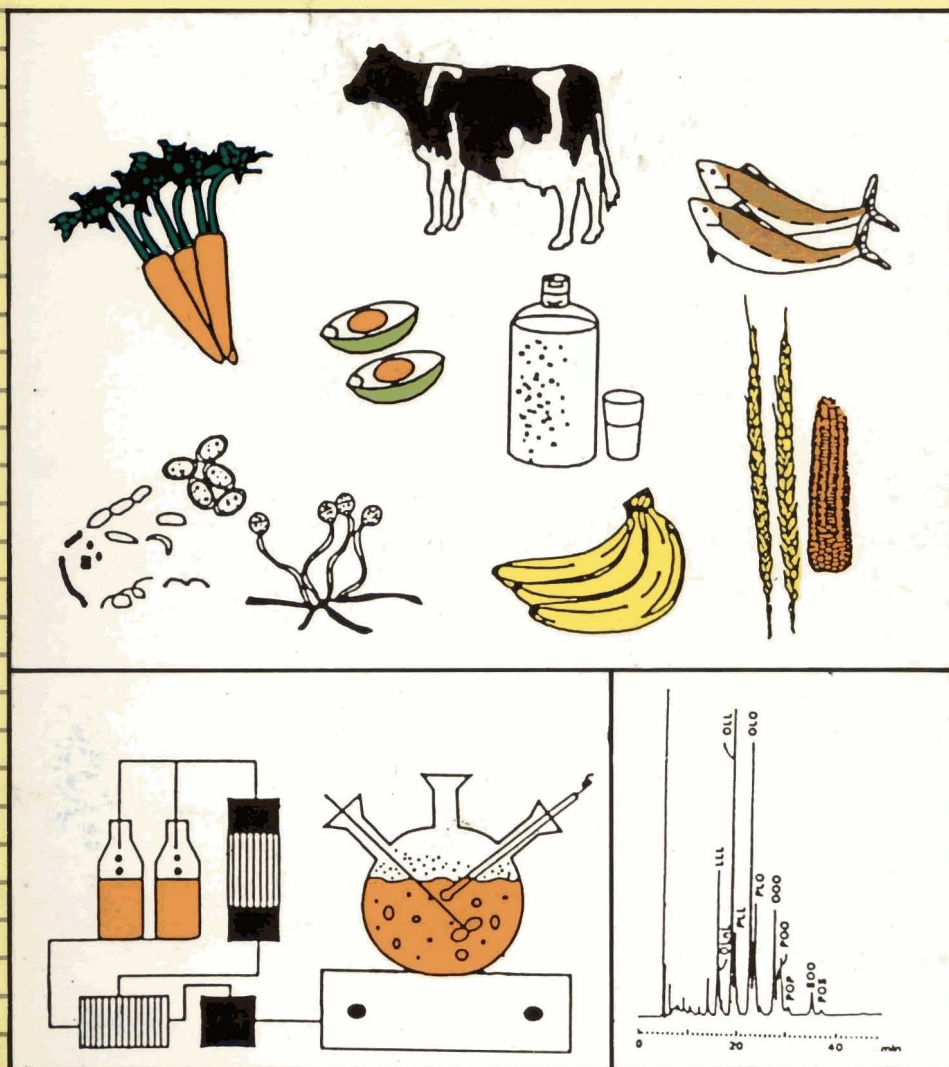




BULETIN

ISSN 0216 - 2318
VOLUME VII NOMOR 3
DESEMBER 1996

TEKNOLOGI & INDUSTRI PANGAN



Volume VII No.3
Desember 1996
Indonesian Food Industry Technology Association Collection

UNDANG-UNDANG PANGAN

ISO 9000 dan 14 000

KADAR MALONALDEHIDA DAN ZAT GIZI ANTIOKSIDAN PLASMA PADA POPULASI REMAJA RENTAN PENCEMARAN MAKANAN

(MALONALDEHYDE (MDA) AND ANTIOXIDANT NUTRIENT LEVELS IN PLASMA OF ADOLESCENT POPULATION PRONE TO FOOD POLLUTION)

Fransiska R. Zakaria¹⁾, Zaenal Abidin²⁾, Siti M Pramudya³⁾
dan Sanjaya⁴⁾

ABSTRACT

Chemical analysis of food contaminants in street foods around Bogor, West Java, had been reported. The aim of this research was to evaluate whether the effect of exposure to chemical contaminants through street food consumptions led to accumulation of free radical derivatives in adolescent population.

Subjects were divided into group I (industry workers, n=33), group II (villagers, n=31) and group III (elite high school students n=38). Group I represented low income and contaminated population, Group II low income moderately contaminated, and Group III high income less contaminated. Biochemical analysis of plasma from the three groups showed that the antioxidant nutrient levels of retinol, carotene and albumin were in the normal ranges while tocopherol and vitamin C were below normal levels. Cumulative data from all groups revealed that group I had the lowest antioxidant nutrients in the plasma, while group III had the highest level. Group I had the highest concentration of malonaldehyde MDA in the plasma (1.06 $\mu\text{mol/L}$) followed by group II (1.08 $\mu\text{mol/L}$) and group III (0.86 $\mu\text{mol/L}$).

The result of this research revealed potential hazard of street food consumption through the formation of radical compounds. It is suggested that consumption of antioxidants, such as vitamin C and E containing foods might counteract this potential hazard.

PENDAHULUAN

Keamanan produk-produk makanan jajanan masih diragukan. Hal ini dikarenakan pemahaman produsen dan konsumen tentang keamanan dan mutu gizi makanan jajanan, serta penggunaan senyawa kimia berbahaya yang sering digunakan sebagai bahan tambahan makanan dalam makanan jajanan masih kurang. Potensi akan tercemarnya makanan jajanan sangat besar.

Hasil survey dan penelitian yang telah dilakukan oleh Proyek Makanan Jajanan (Winarno, 1990) dan Tim Pembina Penjaja Makanan Jajanan IPB (Fardiaz dan Fardiaz, 1993) telah menemukan zat-zat pencemar di dalam makanan jajanan. Zat-zat pencemar tersebut antara lain bahan tambahan non pangan seperti pemanis, pewarna, pengeras, pengawet serta residu pestisida dan bakteri patogen.

Pemaparan pencemaran makanan terhadap tubuh oleh zat pencemar makanan dapat merusak kesehatan. Mekanisme toksisitas oleh berbagai senyawa kimia makanan seperti timbal (Pb), merkuri (Hg), pestisida dan lain-lain meliputi pembentukan senyawa radikal bebas yang dapat merusak sel melalui oksidasi asam lemak tidak jenuh jamak dan protein sel (Zakaria, 1996). Kerusakan lebih lanjut pada organel sel dapat mencapai kerusakan DNA, dan membran sel. Berdasarkan mekanisme ini, radikal bebas banyak dihubungkan dengan timbulnya berbagai jenis penyakit degeneratif seperti penyakit pembuluh darah, katarak, gangguan sistem imun dan lain-lain (Krinsky, 1992). Salah satu parameter yang digunakan untuk menganalisa kadar radikal bebas tubuh adalah penentuan kadar malonaldehida (MDA) plasma. MDA merupakan produk oksidasi asam lemak tidak jenuh yang dapat dihasilkan melalui oksidasi oleh senyawa radikal (Conti. et al, 1991).

¹⁾ Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Fateta-IPB, Kotak Pos 220, Kampus Darmaga, Bogor 16002

²⁾ Alumni Teknologi Pangan dan Gizi, FATETA-IPB

³⁾ Dosen GMSK, Fakultas Pertanian,

⁴⁾ Peneliti Pusatbang Gizi, Depkes, Jl. Gunung Semeru, Bogor

Sistem pertahanan tubuh terhadap senyawa kimia berbahaya (xenobiotik) yang menghasilkan senyawa radikal terjadi melalui sistem antioksidan, dimana sistem ini sangat dipengaruhi oleh status gizi. Pada individu yang berstatus gizi baik, terutama kadar zat gizi yang bersifat antioksidan seperti vitamin A, C, dan E yang cukup, dapat membantu sistem pertahanan tersebut dapat meningkat (Belleville-Nabet, 1996).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui akibat konsumsi makanan tercemar serta status zat gizi antioksidan plasma (vitamin A, C, E dan albumin) terhadap kadar MDA darah, sebagai indikator pembentukan senyawa radikal pada populasi remaja yang dianggap rentan pencemaran makanan.

METODOLOGI

Bahan

Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah plasma darah yang diperoleh dari subjek manusia. Bahan kimia yang digunakan adalah : *ethylenediamine tetraacetic acid* (EDTA, $C_{10}H_{14}N_2O_6Na_2 \cdot 2H_2O$), 1,1,3,3 *Tetraethoxypropane* ($C_{11}H_{24}O_4$) sebagai standar malonaldehid, KH_2PO_4 , H_3PO_4 , *2-Thiobarbituric acid* (TBA, $C_4H_4N_2O_2S$), 1-butanol, α -tokoferol, retinol palmitat *All-trans* ($C_{35}H_{60}O_2$) sebagai standar retinol, L-ascorbic acid (Sigma), *ethanol absolut* (Baker), *n-hexane* (Merck) : *trans- β -carotene Type I syntetic* ($C_{40}H_{56}$), *etanol 95%* (Baker) dan *petroleum ether*. Asam askorbat, $CuSO_4$, 2-4 dihidrofenilhidrasin (2-4 DNPH), H_2SO_4 9 N, H_2SO_4 65%, TCA 5 dan 10%, dan *Tiourea*, standar albumin dan hijau bromokresol (pereaksi siap pakai, Boehringer).

Metode

Batasan remaja yang digunakan pada penelitian ini adalah mereka yang berusia diantara 15-22 tahun. Group I terdiri dari 12 orang laki-laki dan 21 perempuan, group II terdiri dari 13 orang laki-laki dan 18 orang perempuan, serta group III terdiri dari 17 orang laki-laki dan 21 orang perempuan. Group I diharapkan mewakili populasi status gizi rendah dan banyak tercemar karena sering mengkonsumsi makanan jajanan. Group ini diwakili oleh buruh industri kecil di daerah Bogor yaitu PT. Shinetext Ciluar ($n=16$), Bogor dan PT. Michiyo ($n=17$), Ciawi, Bogor. Grup II diharapkan mewakili populasi gizi rendah dan agak kurang tercemar dan diambil dari populasi Desa Cipetir, Darmaga, Bogor. Grup III diharapkan mewakili populasi gizi tinggi dan kurang tercemar dan diambil dari SMUN I Bogor.

Tahap penelitian yang dilakukan meliputi wawancara kebiasaan konsumsi makanan jajanan, pengambilan darah, analisa plasma darah yang terdiri dari analisa radikal bebas (malonaldehid), retinol, β -karoten, α -tokoferol, vitamin c dan albumin.

1. Survei Kebiasaan Konsumsi Makanan Jajanan

Untuk mengetahui kebiasaan konsumsi makanan jajanan dari responden dilakukan dengan wawancara. Wawancara meliputi pendapat responden terhadap makanan jajanan yang tercemar, kebiasaan responden mengkonsumsi makanan jajanan, serta jenis-jenis makanan jajanan yang biasa dikonsumsi. Untuk keseragaman wawancara digunakan format wawancara standard. Dari jenis makanan jajanan yang biasa dikonsumsi oleh responden diidentifikasi zat-zat pencemar makanan yang terdapat didalamnya. Identifikasi dilakukan dengan menggunakan hasil analisa kandungan zat pencemar di dalam makanan jajanan yang telah dilakukan oleh *Street Food* IPB (Winarno, 1990). Selanjutnya cemaran makanan jajanan ini diberi skor tergantung kandungan zat pencemar, frekuensi jajan dan lokasi jajan untuk tiap-tiap responden jenis makanan bagi setiap grup. Angka skor untuk kandungan zat pencemar berkisar dari 0 - 10. Nilai 0 untuk makanan yang tidak mengandung zat pencemar dan 10 untuk kandungan tertinggi. Skor untuk frekuensi berkisar dari 0 - 14. Nilai 0 untuk tidak mengkonsumsi dan 14 untuk mengkonsumsi tiap hari selama dua minggu. Skor untuk lokasi jajan berkisar 0 - 10. Nilai 0 untuk lokasi jajan di daerah bersih dan 10 untuk lokasi dekat pasar, sampah dan banyak kendaraan. Skor pencemaran untuk tiap individu untuk tiap bahan cemaran merupakan perkalian dari skor zat pencemaran dengan skor frekuensi jajan serta lokasi jajan. Skor pencemaran grup merupakan rata-rata dari skor pencemaran anggotanya.

2. Pengambilan Darah

Sebanyak 10 ml darah diambil secara steril dengan menggunakan tabung suntik sekali pakai berukuran 25 ml dengan jarum nomor 21 G yang didalamnya telah terdapat 0,1 ml EDTA 10%. Kemudian disentrifus dengan kecepatan 2000 rpm selama 10 menit untuk memisahkan plasmanya. Plasma tersebut disimpan di lemari es yang bersuhu $-20^{\circ}C$ sampai analisa siap dilakukan.

3. Analisa Malonaldehid

Analisa radikal bebas dilakukan dengan menggunakan metode TBA (Conti et al., 1991). Tahapan analisisnya sebagai berikut : 50 μ l plasma,

standar atau blanko dimasukkan ke dalam tabung reaksi tertutup untuk ditambahkan 1 ml buffer fosfat yang telah mengandung 10 mmol/L TBA, selanjutnya divortex selama 5 detik. Buffer fosfat dibuat dengan mencampurkan asam fosfat dengan KH_2PO_4 . Kemudian tabung reaksi tersebut dimasukkan ke dalam penangas air yang bersuhu 95°C selama 1 jam, setelah itu disimpan di dalam freezer selama 5 menit. Kemudian larutan diekstrak dengan 5 ml butanol, divortex selama 1 menit dan disentrifuse dengan kecepatan 4000 rpm selama 10 menit. Fase atas diambil sebanyak 4 ml untuk dianalisa dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang eksitasi 515 nm dan panjang gelombang emisi 553 nm.

4. Analisa Retinol dan α -tokoferol

Sebanyak 200 μl plasma, blanko atau standar ditambah 200 μl asam askorbat lalu divortex selama 30 detik. Kemudian dicampur dengan 1 ml etanol absolut dengan cara divortex selama 30 detik. Retinol dan tokoferol plasma diekstrak dengan 3 ml heksan dengan cara divortex selama 30 detik dan disentrifuse dengan kecepatan 4000 rpm selama 10 menit. Fase selanjutnya dianalisa dengan spektrofotometer. Analisa retinol menggunakan panjang gelombang eksitasi 340 nm dan panjang gelombang emisi 490 nm, sedangkan analisa tokoferol menggunakan panjang gelombang eksitasi 295 nm dan panjang gelombang emisi 340 nm.

5. Analisa β -Karoten

Sebanyak 1,25 ml plasma, blanko atau standar ditambah 1,25 ml etanol 95%, selanjutnya diaduk dengan vortex selama satu menit. Karoten plasma diekstrak dengan 3 ml petroleum eter dengan cara divortex selama 2 menit dan disentrifuse dengan kecepatan 4000 rpm selama 10 menit. Fase atas dianalisa dengan spektrometer (spektronic 21 D) dengan panjang gelombang 450 nm.

6. Analisa Vitamin C

Sebanyak 500 μl plasma, blanko atau standar dicampur dengan 100 μl larutan DNH dengan cara divortex, selanjutnya diinkubasi pada suhu 37°C selama 4 jam. Kemudian ditambah 750 μl H_2SO_4 65% dan didiamkan selama satu jam di dalam ruang gelap. Selanjutnya disentrifuse dengan kecepatan 2000 rpm selama 10 menit, fase atas dianalisa dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 520 nm.

7. Analisa Albumin

Sebanyak 10 μl plasma dan standar ditambah 3 ml pereaksi bromocresol green (perangkat dari

Boehringer, Jerman). Selanjutnya divortex dan diinkubasi pada suhu 20°C - 25°C . Kemudian diukur absorbansi dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 630 nm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsumen Makanan Jajanan

Populasi remaja di sekitar Bogor yang dijadikan responden penelitian ini telah terbiasa untuk memenuhi sebagian kebutuhan pangannya dengan mengkonsumsi makanan jajanan. Untuk grup I (remaja buruh industri) mengkonsumsi makanan jajanan pada waktu istirahat jam kerja. Mereka mengkonsumsi makanan jajanan di pinggir jalan di sekitar pabrik tempat bekerja. Grup II (remaja desa) mengkonsumsi makanan jajanan di sekitar desanya dan Grup III (siswa SMA) mengkonsumsi makanan jajanan di kantin-kantin sekolah dan penjaja makanan di sekitar sekolahnya.

Setelah diberi skor kandungan zat pencemar dengan frekuensi jajan dan lokasi jajanan maka didapatkan skor bahan cemaran rata-rata yang dikonsumsi oleh ketiga grup. Grup I paling tinggi skor cemarannya dibanding grup lainnya untuk skor timbal, merkuri, siklamat, sakarin dan pewarna *Yellow NPC*, menandakan grup I sering mengkonsumsi makanan tercemar. Sedangkan grup II mempunyai skor tertinggi untuk cemaran pestisida (aldrin, lindane, metoksiklor, dan dieldrin) dan cemaran mikroorganisme (koliform, fekal koliform, *Staphilococcus*, *Salmonella/shigella*, aflatoksin dan *Vibrio cholerae*). Hal ini menandakan bahwa sanitasi di desa masih buruk. Untuk grup III skor cemarannya paling kecil dibandingkan grup lainnya. Skor cemaran total untuk grup I, II dan III berturut-turut adalah 1410,7, 1254,1 dan 678,3, seperti yang disajikan pada Tabel 1.

Tingkat pencemaran disajikan dalam bentuk skor karena pada penelitian ini digunakan data pencemaran yang telah dipublikasi (Winarno, 1990) sebagai data sekunder untuk menghitung tingkat pencemaran yang diperoleh berdasarkan wawancara kebiasaan makan. Perhitungan ini berdasarkan asumsi bahwa tingkat pencemaran makanan jajanan di daerah Bogor masih sama dengan yang ditemukan oleh Winarno (1990).

Pencemaran pada makanan di kota yang dikonsumsi oleh buruh-buruh industri lebih banyak disebabkan oleh lokasi jajanan yang dekat dengan buangan asap kendaraan dan debu, yang merupakan sumber utama pencemaran oleh timbal. Pewarna sintetik juga merupakan sumber cemaran pada kelompok ini yang banyak terdapat pada minuman ringan, kue-kue, saos dan lain-lain. Kelompok makanan ini merupakan komoditi yang

Tabel 1. Rata-rata dan simpangan baku skor frekuensi jajan, lokasi penjualan dan kandungan zat cemaran makanan jajanan.

Bahan Cemaran	Grup I	Grup II	Grup III
Timbal	833.1 ± 717.4	610.9 ± 386.3	412.8 ± 272.3
Merkuri	19.3 ± 31.7	12.1 ± 23.4	4.5 ± 14.2
Aflatoksin	124.4 ± 158.7	146.1 ± 149.4	49.2 ± 65.2
Aldrin	19.3 ± 36.1	23.6 ± 35.6	12.6 ± 18.3
Lindane	4.3 ± 10.0	7.2 ± 13.1	1.7 ± 5.4
Metoksiklor	3.5 ± 7.2	9.1 ± 15.1	1.3 ± 5.9
Dieidrin	15.8 ± 34.7	14.4 ± 32.0	11.3 ± 18.8
Koliform	35.1 ± 42.3	55.1 ± 53.9	15.3 ± 18.8
Fekal koliform	4.59 ± 6.03	7.11 ± 7.02	2.47 ± 2.72
Staphilococcus	24.6 ± 34.1	43.1 ± 43.0	8.2 ± 12.3
Salmonella/shigella	32.4 ± 39.8	55.2 ± 53.9	14.8 ± 18.8
Vibrio cholera	32.4 ± 39.8	51.1 ± 53.9	14.8 ± 18.8
Siklamat	65.4 ± 62.4	46.2 ± 67.8	38.0 ± 40.0
Rhodamine B	24.5 ± 42.8	22.6 ± 29.6	2.7 ± 8.0
Sakarin	14.4 ± 19.0	4.6 ± 7.2	9.2 ± 7.2
Methanil yellow	10.5 ± 24.1	10.2 ± 15.9	0.01 ± 0.08
Briliant blue	1.4 ± 8.7	14.4 ± 19.7	0.02 ± 0.12
Scarlet 4R	2.6 ± 6.7	0	0.55 ± 2.5
Tartrazine	29.5 ± 40.6	27.6 ± 32.2	8.2 ± 16.1
Sunset yellow	29.5 ± 40.6	27.6 ± 32.2	8.2 ± 16.1
Yellow npc	14.6 ± 26.7	13.4 ± 24.3	9.0 ± 12.4
Fast green fcf	3.5 ± 8.9	5.9 ± 15.6	0.41 ± 1.98
Total	1410.7	1254.1	678.3

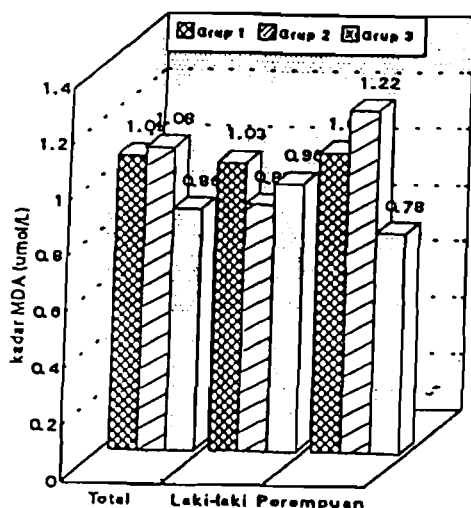
sehingga pencegahannya akan sulit bila tidak ditunjang oleh pengetahuan dan kesadaran keamanan konsumennya sendiri.

Malonaldehida

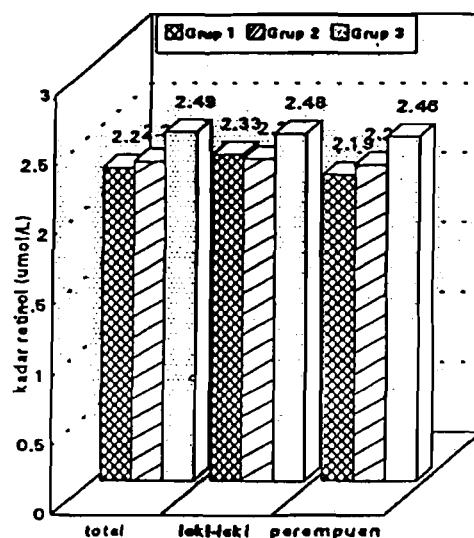
Rata-rata kadar MDA grup III (0,86 µmol/L) terendah dibandingkan grup I (1,05 µmol/L) dan grup 2 (1,08 µmol/L) (Gambar 1). Dari hasil analisa sidik ragam dengan Bonferroni, grup 3 berbeda nyata dengan grup I dan II sedangkan grup I dan grup II tidak berbeda nyata. Kadar MDA perempuan untuk setiap grup lebih tinggi dari laki-laki, grup I (1,03 µmol/L) paling besar dibandingkan dengan kadar MDA laki-laki grup II (0,88

µmol/L) dan grup 3 (0,96 µmol/L) tetapi tidak berbeda nyata secara statistik. Kadar MDA laki-laki grup I (1,03 µmol/L) paling besar dibandingkan dengan kadar MDA laki-laki grup II (0,88 µmol/L) dan grup III (0,96 µmol/L) tetapi tidak berbeda nyata secara statistik. Kadar MDA perempuan grup 2 (1,22 µmol/L) paling tinggi dibandingkan dengan grup I (1,07 µmol/L) dan grup 3 (0,78 µmol/L).

Pada penelitian ini cemaran makanan jajanan yang dikonsumsi dihipotesakan menjadi inisiator eksegenus penyebab terjadinya radikal bebas dalam tubuh. Bila nilai MDA dari masing-masing grup di bandingkan dengan nilai skor pencemaran



Gambar 1. Rata-rata kadar MDA total, laki-laki dan perempuan dari ketiga grup



Gambar 2. Rata-rata kadar retinol total, laki laki dan perempuan dari ketiga grup

maka tampak hubungan terbalik antara kedua parameter. Grup I dan II yang mempunyai nilai MDA tertinggi (1,05; 1,08 $\mu\text{mol/L}$) menunjukkan angka skor yang tertinggi (1410,7; 1254,1).

Pencemaran oleh logam berat, residu pestisida dan pewarna sintetik telah dilaporkan dapat bersifat karsinogenik. Hal ini antara lain karena pada proses metabolisme dalam tubuh, zat-zat ini dapat diubah menjadi senyawa radikal maupun elektrofil yang reaktif dan dapat mengoksidasi komponen sel seperti protein, DNA dan lipid (Zakaria, 1996; Aust et al, 1994). Cadet et al (1994) melaporkan mekanisme degradasi DNA oleh senyawa radikal yang dikatalisis oleh logam transisi seperti As, Be, Cd, Co, Cr, Fe, Ni, Pb dan Pb. Logam-logam transisi ini telah diketahui dapat menstimulir pembentukan tumor dan kanker pada hewan percobaan (Cadet et al, 1994). Residu pestisida seperti DDT, herbisida paraquat dan bahan pemutih benzoyl peroksida telah diketahui diubah menjadi senyawa radikal ketika mengalami proses metabolisme dalam tubuh (Koyashi et al 1986; Fritz et al, 1994; Akman et al, 1993).

Salah satu metabolit yang dihasilkan oleh reaksi radikal bebas dengan komponen sel adalah MDA. MDA merupakan salah satu senyawa hasil oksidasi asam lemak tidak jenuh (Halliwell dan Gutteridge, 1985). Tampak bahwa konsumsi makanan jajanan yang tercemar bahan kimia berpotensi untuk menaikkan pembentukan senyawa radikal dalam tubuh konsumen. Hal ini dapat berakibat gangguan kesehatan yang akan termanifestasi dalam bentuk penyakit degeneratif. Dari

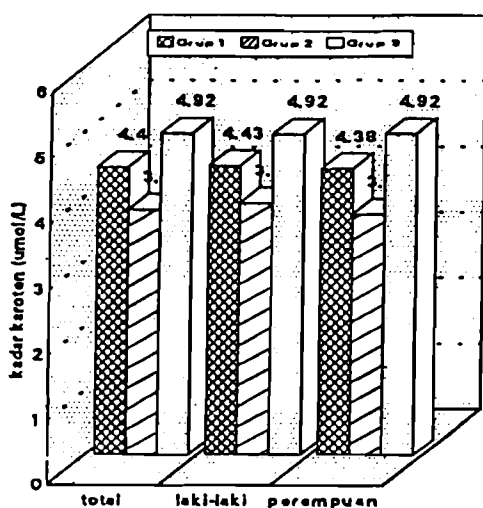
berbagai laporan, diketahui bahwa efek negatif dari senyawa radikal maupun metabolit elektrofil dapat direndam oleh antioksidan, baik berupa zat gizi misalnya vitamin A, C, E dan albumin, maupun non gizi seperti flavonoid dan gingerol (Belleville Nabet, 1996; Lunec, 1990).

Vitamin A

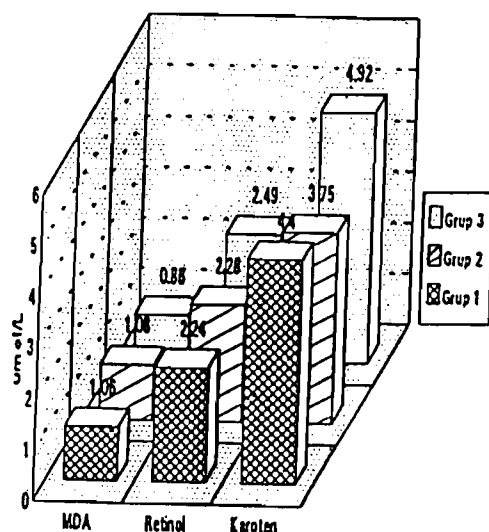
Hasil analisa terhadap ketiga grup berturut-turut untuk grup I, grup II dan grup III adalah 2,24 $\mu\text{mol/L}$, 2,28 $\mu\text{mol/L}$ dan 2,49 $\mu\text{mol/L}$. Grup III yaitu siswa SMA mempunyai kadar retinol plasma paling tinggi dibandingkan grup I dan grup II, tetapi tidak berbeda nyata secara statistika. Kadar retinol plasma untuk ketiga grup ini masih dalam keadaan normal. Menurut Hansen dan Warnick (1969), kisaran normal kadar retinol di dalam plasma adalah 0,84 - 3,20 $\mu\text{mol/L}$.

Menurut Linder (1985), nilai vitamin A plasma umumnya sedikit lebih tinggi pada laki-laki daripada perempuan. Hal ini pun terjadi pada penelitian ini, untuk grup I kadar retinol laki-laki 2,33 $\mu\text{mol/L}$ sedangkan perempuannya 2,19 $\mu\text{mol/L}$, kadar retinol laki-laki grup II adalah 2,30 $\mu\text{mol/L}$ sedangkan perempuannya 2,26 $\mu\text{mol/L}$ dan kadar retinol plasma laki-laki grup III adalah 2,48 $\mu\text{mol/L}$ sedangkan perempuannya 2,46 $\mu\text{mol/L}$ (Gambar 2). Namun hasil analisa statistika dengan *t-test* menunjukkan kadar retinol plasma laki-laki dan perempuan tidak berbeda nyata.

Kadar karoten grup III (4,92 $\mu\text{mol/L}$) mempunyai nilai lebih tinggi dibandingkan grup I (4,40 $\mu\text{mol/L}$) dan grup II (3,75 $\mu\text{mol/L}$) (Gambar 3).



Gambar 3. Rata-rata kadar karoten total, laki laki dan perempuan dari ketiga grup



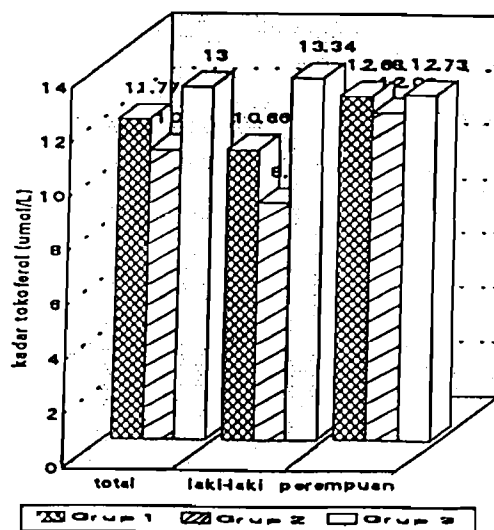
Gambar 4. Kadar MDA, retinol dan karoten dari ketiga grup responden

Nilai rata-rata β -karoten plasma untuk ketiga grup masih berada dalam batasan normal. Menurut Hansen dan Warnick (1969), batasan normal β -karoten plasma adalah 0,95 - 4,5 $\mu\text{mol/L}$.

Hubungan kadar malonaldehid dengan kadar retinol dan karoten plasma dapat dilihat pada Gambar 4. Dengan analisa regresi linier ganda didapatkan bahwa karoten plasma mempunyai korelasi sangat nyata dengan kandungan malonaldehid plasma. Korelasi karoten dengan malonaldehid adalah korelasi negatif dimana 1

$\mu\text{mol/L}$ karoten plasma dapat menurunkan 0,08 $\mu\text{mol/L}$ malonaldehid plasma. Kadar retinol pun mempunyai korelasi sangat nyata dengan kandungan malonaldehid plasma, dimana 1 $\mu\text{mol/L}$ retinol plasma dapat menurunkan 0,19 $\mu\text{mol/L}$ malonaldehid plasma.

Sifat antioksidan retinol dan karoten dalam meredam oksidasi oleh senyawa radikal telah banyak dipublikasi (Bendich, 1987; Krisky 1992). Kemungkinan, kadar retinol dan karoten dalam plasma populasi ini yang menjaga keutuhan molekul lemak membran sel dalam tubuh sehingga kadar MDA sebagai hasil oksidasi lemak tidak terlalu tinggi dan reaktivitas senyawa radikal yang dihasilkan oleh bahan pencemar makanan dapat terendam. Kadar retinol dan karoten yang cukup mungkin berasal dari diet yang cukup mengandung sayuran hijau yang mengandung karotenoid. Dalam tubuh, karotenoid dapat dikonversi menjadi retinol.



Gambar 5. Rata-rata kadar tokoferol total, laki-laki dan perempuan dari ketiga grup.

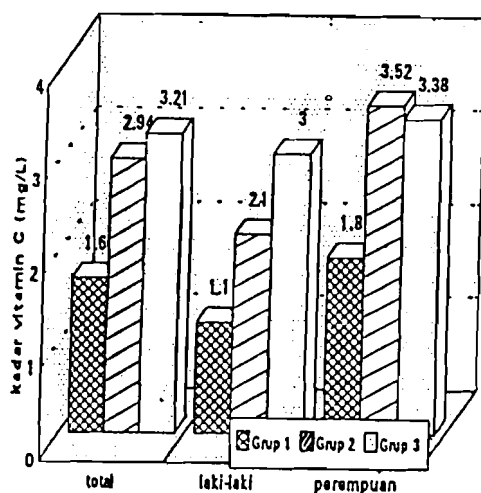
Vitamin E

Hasil analisa α -tokoferol plasma grup I (11,77 $\mu\text{mol/L}$), grup II (10,66 $\mu\text{mol/L}$) dan grup III (13,00 $\mu\text{mol/L}$) disajikan pada Gambar 5. Dapat dilihat bahwa grup III mempunyai kadar α -tokoferol plasma tertinggi dan grup II terendah, walaupun secara statistik tidak berbeda nyata. Nilai rata-rata α -tokoferol dari ketiga grup berada dibawah kisaran normal. Menurut Hansen dan Warnick (1969), kisaran normal α -tokoferol plasma adalah 19 - 41 $\mu\text{mol/L}$.

Faktor-faktor yang dapat menyebabkan kadar α -tokoferol plasma rendah diantaranya konsumsi makanan yang mengandung vitamin E seperti minyak dari kacang-kacangan kurang. Kemungkinan lain berhubungan dengan fungsi vitamin E itu sendiri. Vitamin E berfungsi sebagai antioksidan dan anti radikal bebas, terutama untuk asam lemak tidak jenuh pada fosfolipid dan membran sel (Halliwell dan Gutteridge, 1985). Vitamin E yang terpakai hanya dapat diregenerasi bila vitamin C didalam jumlah cukup (Lunec, 1992). Pada penelitian ini kadar α -tokoferol plasma tidak berkorelasi dengan kandungan malonaldehid plasma.

Vitamin C

Dalam penelitian ini dan glutation didapatkan konsentrasi vitamin C plasma grup III paling tinggi (3,21 mg/L) dibandingkan grup II (2,94 mg/L) dan grup I (1,65 mg/L) (Gambar 6). Hasil analisa statistika dengan Bonferroni didapatkan



Gambar 6. Rata-rata kadar vitamin C total, laki-laki dan perempuan dari ketiga grup.

bahwa kadar vitamin C plasma grup II dan grup III tidak berbeda nyata sedangkan kadar vitamin C plasma grup I (konsentrasi paling rendah) berbeda nyata dengan grup I dan grup II. Kadar vitamin C ketiga grup berada dibawah normal. Tingkat asam askorbat plasma kurang dari 3 mg/L merupakan petunjuk rendah atau kurang cukupnya masukan vitamin C. Dapat disimpulkan bahwa grup I dan II kurang konsumsi pangan yang mengandung vitamin C.

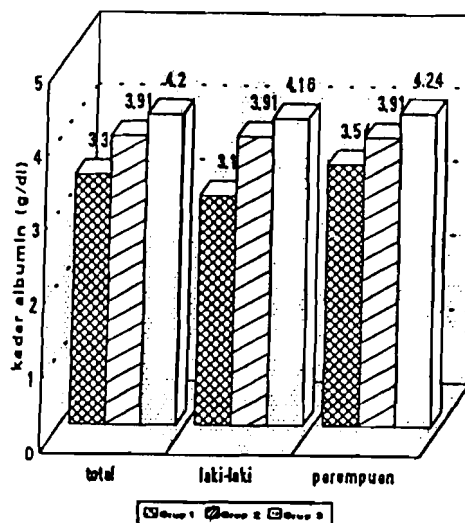
Vitamin C juga berfungsi sebagai antioksidan yang bekerja secara sinergis dengan vitamin E.

Vitamin E yang teroksidasi oleh radikal bebas dapat bereaksi dengan vitamin C untuk menjadi tokoferol lagi dengan cara mendapatkan ion hidrogen dari vitamin C (Belleville-Nabet, 1996). Pada penelitian ini, didapatkan bahwa vitamin C secara statistik tidak berkorelasi dengan negatif dengan kadar MDA. Tetapi tampak bahwa grup I yang mempunyai kadar MDA paling tinggi, mempunyai kadar vitamin C terendah. Kemungkinan, rendahnya kadar vitamin C disebabkan oleh peningkatan penggunaan vitamin ini untuk menangkalkan reaksi senyawa radikal. Kobayashi dan Yoshida (1986) melaporkan kenaikan kadar MDA plasma tikus percobaan yang diberi diet mengandung bahan pencemar makanan poliklorin bifenil (PCB). Kenaikan MDA ini diikuti oleh peningkatan asam askorbat urin menunjukkan peningkatan penggunaan vitamin C dan E karena konsumsi PCB. Fungsi vitamin C dan E sebagai penangkal senyawa radikal atau sebagai antioksidan telah banyak diperlihatkan.

Albumin

Grup III (4,20 g/dl) mempunyai kadar albumin plasma paling tinggi dibandingkan grup II (3,91 g/dl) dan grup I (3,38 g/dl) (Gambar 7). Dari hasil analisa statistik didapatkan hanya grup I dengan grup III yang berbeda nyata. Kadar albumin plasma normal menurut Ganong (1979) adalah 3,5 - 4,5 g/dl, jadi hanya grup I yang dibawah normal.

Albumin pun dapat berfungsi sebagai antioksidan dan pembersih radikal O_2 dan sebagai pengikat ion



Gambar 7. Rata-rata kadar albumin total, laki-laki dan perempuan dari ketiga grup.

Cu sehingga menghambat terjadinya reaksi Fenton yang dapat menghasilkan radikal bebas (Lunec, 1990). Namun pada penelitian ini albumin plasma tidak berkorelasi nyata dengan kandungan malonaldehida plasma, akan tetapi grup I yang mempunyai kadar MDA tertinggi diikuti oleh kadar albumin darah terendah. Kemungkinan albumin digunakan sebagai antioksidan yang melindungi oksidasi lipid tubuh oleh senyawa radikal.

KESIMPULAN

Populasi yang dijadikan sampel pada penelitian ini telah terbiasa memenuhi sebagian kebutuhan pangannya dengan mengonsumsi makanan jajanan. Tingkat pencemaran makanan buruh industri dan penduduk desa hampir sama, hanya jenis cemarannya yang berbeda. Skor pencemaran kedua grup ini jauh lebih tinggi dari grup siswa SMUN I Bogor.

Untuk ketiga grup kadar antioksidan plasma untuk retinol, karoten dan albumin masih dalam kisaran normal, sedangkan kadar tokoferol dan vitamin C di bawah normal. Grup I mempunyai kadar antioksidan plasma terendah sedangkan grup II mempunyai kadar MDA plasma tertinggi grup III mempunyai kadar MDA terendah. Kadar karoten dan retinol plasma berkorelasi negatif dengan kadar malonaldehida plasma. Sedangkan kadar tokoferol, vitamin C dan albumin plasma tidak berkorelasi dengan kadar malonaldehida plasma. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa cemaran makanan jajanan berpotensi untuk menghasilkan senyawa radikal dalam tubuh konsumen. Peningkatan konsumsi vitamin C dan E dari makanan seperti sayuran dan buah-buahan mungkin dapat melindungi tubuh dari reaksi oksidasi oleh pence-
mar makanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akman SA, Kensler TW, Doroshow JH, Dizdarglu M. 1993. Copper ion mediated modification of bases in DNA in vitro by benzoyl peroxide, Carcinogenesis, 14, 1971-1974.
- Belleville-Nabet F. 1996. Zat Gizi Antioksidan Penangkal Senyawa Radikal dalam Sistem Biologis. Prosiding Simposium Senyawa Radikal dan Sistem Pangan : Reaksi Biomolekuler, Dampak Terhadap Kesehatan dan Penangkalannya Eds : Zakaria F R, et al ; Pusat Studi Pangan dan Gizi, IPB, Bogor.
- Bendich A. 1987. Vitamin C and Immune Responses. Food Technol 41, 112-114.
- Conti M, Morand PC, Levillain P dan Lemonniera A. 1991. Improve fluorometric determination of malonaldehyde. J. Clin. Chem. 37 : 1273. 1275.
- Cadet J, Berger M, Buchko GW, Incardona MF, Morin B, Raoul S, Ravanat JL, Wagner JR, 1994. Metal-catalized oxidative degradation of DNA : Base damage and mechanistic aspect. Di dalam : Trace Element and Free Radicals in Oxidative Diseases. AOAC Press, Campaigne, III, p 20-35.
- Fardiaz D dan Fardiaz S. 1993. Keamanan Makanan Jajanan. Penyuluhan Keamanan Makanan Jajanan pada Konsumen. Proyek Makanan Jajanan IPB, Bogor, 16-17 Februari.
- Fritz KL, Nelson TL, Ruiz-Velasco V, Mercurio SD. 1994. Accute intramuscular injection of oils or oleic acid component protects mice against paraquat lethality. J Nutr 124, 425-429.
- Ganong, W.F. 1979. Fisiologi Kedokteran. EGC Penerbit Buku Kedokteran. Jakarta.
- Halliwell B dan Gutteridge J.M. 1985. Free Radical in Biology and Medicine. Clarendon Press, Oxford.
- Hansen L.G dan Warnick W.S. 1969. Fluorometric method for vitamins A and E. Am J Clin Path. 51 (4) : 538 - 542.
- Krinsky, I. 1992. Mechanism of Action of Biological Antioxidants. The Society for Experimental Biology and Medicine. Boston, Massachusetts.
- Kobayashi - Kawai K dan Yoshida A. 1986. Effect of dietary ascorbic acid and vitamin E on metabolic changes in rats and guinea pigs exposed to PCB. J nutr 116, 98-106.
- Linder, M.C. 1985. Biokimia Nutrisi dan Metabolisme. UI Press. Jakarta. (Terjemahan).
- Lunec J. 1990. Free radical : their involvement in disease processes. Am. Clin. Biochem. 27-173-182.

- McCay PB. 1985. Vitamin E : Interaction with Free Radical and Ascorbate, *Annu Rev Nutr* 5,323-340
- Winarno F.G. (1990). Street Food Project Report. Consumption of Street Food : Total Diet Studies Among Students in Bogor. IPB-TNO-UV, Indonesia.
- Zakaria, F.R. 1996. Sintesis Senyawa Radikal dan Elektrofil Dalam dan Oleh Komponen Pangan. Prosiding Simposium Senyawa Radikal dan Sistem Pangan : Reaksi Biomolekuler, Dampak Terhadap Kesehatan dan Penangkalan. Zakaria F.R. et al., (eds.), Pusat Studi Pangan Gizi, IPB, Bogor.