

AKTIVITAS PROLIFERASI LIMFOSIT DARAH TEPI KONSUMEN MAKANAN JAJANAN DI BOGOR, JAWA BARAT

**(BLOOD PERIPHERAL LYMPHOCYTE PROLIFERATION ACTIVITIES
OF STREET FOOD CONSUMERS IN BOGOR, WEST JAVA)**

**Fransiska R. Zakaria¹⁾, Margaretha A. Mellasant²⁾, Sanjaja³⁾,
Siti M-Pramudya⁴⁾ dan Allen L. Richards⁵⁾**

ABSTRACT

Contamination of street foods, with non edible chemicals is a serious problem. This research aims to evaluate the effects of regular consumptions of these products on consumers' health, particularly on the immune system.

To perform this research, male and female adult respondents were selected randomly from three types of populations. The respondents were classified as low income highly exposed group (Group I), low income moderately exposed group (Group II), and high income moderately exposed group (Group III). Group I represented labors from Industries (n=37), Group II were population from an isolated village (n=40) and Group III consisted of academic staffs of a Department in Bogor Agricultural University, (n=40). Respondents were grouped based on their socio-economic status and food habit that were obtained by interviews using standardized forms. Respondents degree of contaminations were calculated and scored using the data of street food contamination reported earlier.

*Respondents were screened by a physician to obtain healthy participants. Blood was drawn 10 ml from each respondent and analyzed for *in vitro* lymphocyte proliferation activities. The cells were isolated through ficol separation and the peripheral blood mononuclear cells (PBMC) were cultured with various mitogens and antigens. Cell proliferation activities was measured as H³- thymidine incorporation.*

*Total contamination score of Group I, II and III were 1234, 1231 and 649 respectively. Lymphocyte proliferation activities derived from Group I and cultured with media only (control), pokeweed mitogen (PWM), concanavalin A (Con A), *Salmonella typhi*-lipopolysaccharide (LPS) 5 and 8 (g/ml, 1-1-bis (4-chlorophenyl)-2,2,2-trichloroethane (DDT) 5 and 8 (g/ml or Rhodamine B were 1243, 1185, 7844, 5518, 3614, 2168, 2026, and 1770 cpm, respectively. The proliferation of lymphocytes derived from Group II and cultured with the same mitogens and contaminants were 1748, 20360, 21833, 8136, 3005, 3107, 3190 and 2395 cpm, respectively. The proliferation from Group III treated equally to the other groups were 3543, 26948, 22861, 7354, 5099, 12044, 7043 and 3960 cpm, respectively.*

The results of this research revealed that lymphocyte proliferation activities of individuals in Group I were the lowest indicating the detrimental effect of consumption of street foods on the immune system.

PENDAHULUAN

Aktivitas proliferasi limfosit merupakan salah satu parameter yang dapat digunakan untuk mengukur status imunitas karena proses proliferasi limfosit menunjukkan kemampuan dasar dari sistem imun (Roit, 1991). Untuk dapat berproliferasi dan menghasilkan sel efektor atau sel imunokompeten, membran sel limfosit harus berada dalam kondisi utuh. Hal ini disebabkan karena proliferasi sel bermula

dari kontak antara membran sel dengan antigen atau dengan molekul aktivator lain. Keutuhan membran sel sangat dipengaruhi oleh adanya oksidan dan anti oksidan karena sifat komponen makromolekul pada membran yang mudah teroksidasi, yaitu protein dan asam lemak tidak jenuh (Krinsky, 1992, Meydani et al, 1995).

Makanan jajanan telah dilaporkan mengandung kontaminan kimia seperti residu pestisida, aflatoxin, logam berat, pewarna sintetis dan sebagainya (Anonimus, 1990). Bahan kimia ini telah diketahui bersifat karsinogenik karena dalam proses metabolismenya dalam

¹⁾Bsf Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, IPB, Bogor

²⁾Alumni Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, IPB, Bogor

³⁾Bsf Puslitbang Gizi, Bogor.

⁴⁾Bsf Jurusan Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga, IPB, Bogor

⁵⁾US-Naval American Medical Research Unit-2 (Namru-2), Jakarta

tubuh menghasilkan senyawa metabolit radikal yang dapat mengoksidasi komponen membran, material genetik sel dan komponen sel lainnya (Zakaria, 1996 a; Aust et al, 1993 ; Descotes 1986). Selain bersifat karsinogenik, bahan kimia pencemar makanan juga bersifat imunotoxik. Berbagai hasil penelitian pada hewan percobaan menunjukkan penurunan daya tahan terhadap infeksi bila dipapar terhadap logam berat seperti Hg, Cd, Aldan lain-lain (Descotes, 1986). Akhir-akhir ini, dilaporkan bahwa mekanisme toxicitas logam berat antara lain disebabkan oleh kemampuannya untuk mengkatalisis reaksi-reaksi oksidasi dan pembentukan senyawa radikal (Akman et al, 1993, Aust et al, 1993). Pembentukan senyawa radikal yang tidak dapat segera dinetralkan oleh sistem antioxidant dapat mengakibatkan terjadinya stres oksidatif, yang sekarang ini banyak dihubungkan dengan berbagai macam penyakit degeneratif seperti kanker, arteriosklerosis, otoimun, diabetes dll (Sies dan Stahl, 1995)

Dalam penelitian dihipotesakan bahwa konsumsi makanan jajanan yang tercemar oleh berbagai jenis bahan kimia akan berdampak negatif terhadap sistem imun.

METODOLOGI

Penentuan Populasi Responden

Dari hasil wawancara kebiasaan makan dan tingkat pendapatan, responden dibagi dalam tiga kelompok. Subjek yang dijadikan responden berasal dari populasi dewasa (laki-laki dan perempuan, umur 21-50 tahun) di Bogor yang dibagi menjadi tiga kelompok. Kelompok I ($n=37$) adalah buruh pabrik. Kelompok ini diwakili oleh karyawan PT Ever Shinetex, Ciluar, Bogor dan PT Jakaranatama, Ciawi, Bogor. Kelompok II ($n=40$) adalah penduduk desa diwakili oleh penduduk Desa Petir, Darmaga, Bogor. Kelompok III ($n=40$) adalah dosen yang diwakili oleh staf pengajar Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.

Kebiasaan Makan dan Status Ekonomi

Wawancara dengan pengisian kuesioner dilakukan juga untuk mengetahui pendapat responden terhadap makanan jajanan tercemar, kebiasaan dan jenis makanan jajanan yang dikonsumsi, konsumsi makanan responden selama 2 hari, dan tingkat pendapatan. Dari hasil wawancara kebiasaan makan ditentukan juga skor konsumsi masing-masing bahan-bahan pencemar yang meliputi logam berat, bakteri, mikotoksin, pestisida, pewarna

dan pemanis sintetik, untuk semua responden. Penentuan skor konsumsi bahan pencemar ini dihitung dengan menggunakan data pencemaran makanan jajanan yang telah dilaporkan (Anonimus 1990) sebagai data sekunder. Selain itu, dari setiap individu ditentukan skor lokasi jajanan yaitu 0 untuk lokasi sangat bersih dan 10 untuk lokasi sangat kotor (dekat sampah, asap kendaraan, dll). Dari setiap individu ditentukan juga skor frekuensi jajanan yaitu 0 untuk tidak pernah jajan dan 14 untuk jajan setiap hari selama dua minggu. Skor pencemaran merupakan hasil perkalian dari skor konsumsi, lokasi dan frekuensi. Skor pencemaran masing-masing responden dijumlah dan rataannya dijadikan skor pencemaran total kelompok (untuk jelasnya lihat Tabel 3).

Kultur Limfosit

Suspensi sel sebanyak 100 (L dikultur dalam lempeng mikrokultur dasar datar 96 sumur. Perlakuan kultur adalah : kontrol (tanpa penambahan stimulan); mengandung mitogen pokeweed (PW) 5 (g/ml, cocanavalin A (Con A) 5 (g/ml, lipopolisakarida-Salmonella typhi (LPS) 5 dan 8 (g/ml, pestisida DDT (5 dan 8 (g/ml) dan Rhodamin B 5 (g/ml. Volume akhir kultur sebesar 200 (l dan mengandung serum AB manusia sebesar 10%. Kultur diinkubasi selama 96 jam pada suhu 37 °C dengan kadar CO₂ 5% dan kelembaban 95%.

Persiapan Suspensi Limfosit

Sampel darah diambil dimasing-masing lokasi oleh seorang tenaga perawat secara steril dalam tabung venoject mengandung heparin (Becton Dickinson, Jakarta) sebanyak 10 ml. Sampel dibawa ke laboratorium secara steril dalam waktu maksimum 3 jam setelah pengambilan. Sampel segera di sentrifuse 2000 rpm selama 15 menit, lalu plasma diencerkan dengan medium RPMI 1640 (Sigma, USA) 1:1 dan dialirkan secara hati-hati keatas larutan fikol (Sigma, USA) dengan perbandingan 1:1.

Tumpukan fikol lalu disentrifus pada 2500 rpm selama 30 menit. Lapisan Limposit yang terbentuk diambil secara hati-hati lalu dicuci dengan medium RPMI sebanyak 2 kali. Sel yang diperoleh dibuat menjadi 2×10^6 sel/ml setelah dihitung dengan pewarna biru tripan dan menggunakan hemasitomer. Sampel yang digunakan memiliki jumlah sel hidup diatas 95%. Media RPMI yang digunakan mengandung penisilin, streptomisin, glutamin 4 mM.

Delapan belas jam sebelum masa inkubasi berakhir, ditambahkan Timidin-H³ yang berfungsi untuk melabel DNA sel yang

berproliferasi. Proliferasi sel dihitung berdasarkan banyaknya sinar β dari Timidin yang dipancarkan dalam hitungan per menit (cpm), dengan menggunakan penghitung sinar β (Beckman).

Analisa Statistik

Hasil rata-rata tiga kali ulangan dari setiap individu ketiga kelompok dianalisa keragamannya untuk masing-masing perlakuan (kontrol, PW, CA, LPS-1, LPS-2, DDT-1, DDT-2, dan Rho. B). Uji lanjut dengan uji Duncan pada taraf nyata 5% dihitung untuk menentukan perbedaan ketiga kelompok. Analisa dilakukan dengan menggunakan "Statistic Package for Social Sciences", Microsoft.

HASIL

1. Keadaan umum responden

Pendapatan responden ketiga kelompok yang diwawancara menunjukkan bahwa Kelompok I dan II termasuk ekonomi rendah dan persentase terbesar pendapatan perkapita per bulan kedua kelompok berkisar pada Rp 25.000-Rp 100.000 (Kelompok I=75,6%, Kelompok II=81,0%). Pendapatan perkapita per bulan kelompok III lebih beragam, dimana 47,8% berkisar pada Rp 200.000-Rp 500.000 (Tabel 1)

Tabel 1. Pendapatan Perkapita Ketiga Kelompok Responden yang Diwawancara.

Pendapatan (Rp)	Kelompok I	Kelompok II	Kelompok III
<Rp25.000	2 (5,4%)	5(13,7%)	2(4,8%)
25.000-150.000	28(75,6%)	30(81%)	11(26,2%)
200.000-500.000	6(16,2%)	2(5,5%)	29(47,8%)

2. Kebiasaan Makanan Jajanan

Dari hasil wawancara diketahui bahwa ketiga kelompok mengkonsumsi makanan jajanan dengan jenis dan frekuensi makanan yang beragam (Tabel 2). Kelompok I dan II cenderung mengkonsumsi makanan jajanan yang termasuk makanan kecil sedangkan kelompok tiga cenderung lebih selektif. Dalam hal ini mungkin faktor ekonomi berperan dalam menentukan pola konsumsi makanan jajanan baik ragam maupun kualitas.

3. Konsumsi Bahan Pencemar

Konsumsi bahan pencemaran dihitung berdasarkan jumlah dan jenis makanan jajanan yang biasa dikonsumsi oleh responden berdasarkan hasil wawancara. Jumlah ini digunakan bersama dengan data tingkat pencemaran makanan jajanan yang telah dilaporkan (Anonimus, 1990) dengan asumsi bahwa tingkat pencemaran makanan jajanan tidak berubah. Hasil perhitungan dinyatakan dalam skor dan disajikan pada Tabel 3.

Dilihat dari skor pencemaran total, kelompok I dan II mempunyai skor hampir dua kali lipat daripada kelompok III. Hal ini mungkin karena kelompok dosen mempunyai pemahaman yang baik tentang pencemaran makanan sehingga lebih selektif dalam memilih jenis dan lokasi jajan. Keselektifan ini terlihat juga dalam skor cemaran logam berat, bakteri dan aflatoksin dimana Kelompok III yang paling rendah dibandingkan kedua kelompok lain (Tabel 3).

Kelompok buruh yang mengkonsumsi makanan jajanan disekitar tempat bekerja, rentan terhadap pencemaran timbal (Tabel 3). Kontaminasi timbal dapat terjadi akibat aktivitas industri, kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar mengandung timbal, zat warna tekstil, peralatan dapur dan melalui kemasan kaleng yang dipatri (Simons, 1986).

Pencemaran bakteri dan aflatoksin tertinggi pada Kelompok II (Tabel 3). Hal ini menunjukkan sanitasi makanan jajanan yang lebih buruk didaerah pedesaan yang mungkin disebabkan oleh penggunaan air yang kurang bersih. Kelompok dua juga merupakan kelompok yang paling rentan terhadap pencemaran pestisida. Hal ini mungkin karena masyarakat desa berhadapan langsung dengan pestisida pada tanaman pertanian sehingga kemungkinan tercemar residu pestisida menjadi besar.

Kelompok penghasilan rendah buruh dan penduduk desa, merupakan kelompok yang rentan pencemaran pewarna sintetik (Tabel 3). Ini disebabkan kedua kelompok mungkin lebih sering mengkonsumsi makanan yang mengandung pewarna buatan seperti es sirop dan es mambo. (Tabel 3).

4. Aktivitas Proliferasi Limfosit

Penentuan status imunitas kelompok yang diukur berdasarkan respon proliferasi limfosit responden yang dikultur tanpa penambahan stimulan menunjukkan kemampuan proliferasi sel limfosit tanpa penambahan stimulan (kontrol) untuk ketiga kelompok secara

Tabel 2. Jenis Makanan Jajanan yang Biasa Dikonsumsi Responden Ketiga Kelompok (x konsumsi perminggu)

Nama Makanan *	Kelompok I	Kelompok II	Kelompok III
Makanan lengkap			
Nasi rames	1	2	2
Nasi uduk		1	
Indomi rebus		1	
Mie baso	1	3	1
Bubur ayam		1-2	
Gado-gado		1	1
Lauk pauk			
Sate ayam/kambing			0,5
Ayam goreng			1
Ikan kembung goreng			0,5
Telur rebus/goreng			0,5
Kue/Makanan kecil	1-2	1-2	1-2
Rori manis	0,5		
Donat	0,5	1	2
Biskuit	1	1	
Buras		1	
Ketan urap	1	1	
Bubur kacang ijo	1	2	1
Pisang goreng	0,5	1	2
Tempe goreng	1		1
Tahu goreng	1		
Bakwan		1	
Comro		0,5	
Kacang sukro	0,5	1	0,5
Krupuk aci		1	
Minuman	0,5		
Es sirup		1	
Es mambo	0,5	0,5	0,5
<i>Soft drink</i>			0,5
Es alpukat			1
Es jeruk			1
The botol/kotak	0,5		
Kopi		0,5	
Lain-lain	2	1	0,5
Rokok	0,5	1	
Jamu gendong/segar			0,5
Jamu kemasan			

* Jenis makanan yang digunakan berdasarkan data yang dilaporkan terlebih dahulu (Anonimus, 1990).

Tabel 3. Rata-rata Skor Pencemaran masing-masing Bahan Pencemaran pada Responden Ketiga Kelompok dan Standar Deviasi

Bahan Cemaran	Kelompok I (n=37)		Kelompok II (n=40)		Kelompok III (n=43)	
	Rataan	SD	Rataan	SD	Rataan	SD
1. Logam Berat						
Timbal	646.5	558.4	560.5	354.6	329.7	312.1
Merkuri	123,3	297.1	66.9	125.2	75.8	241
2. Bakteri						
Fekal koliform	36.7	43.7	47.4	45.7	24.4	26.1
v. kolera	36.3	43.4	47.2	45.2	23.9	26.3
Salmonella	36.3	43.4	47.2	45.2	23.9	26.3
Staphilokokus	30.7	40.7	41.7	40.5	21	25.9
3. Mikotoksin						
Aflatoksin	151.2	156.9	212.6	200	64.2	83.7
4. Pestisida						
Aldrin	15.2					
Dieldrin	12.4					
Lindane	2.9					
Mitoxychlor	2.8					
OPDDE	2.5					
	2.5					
Pencemaran	1234		1231		649	
TOTAL						

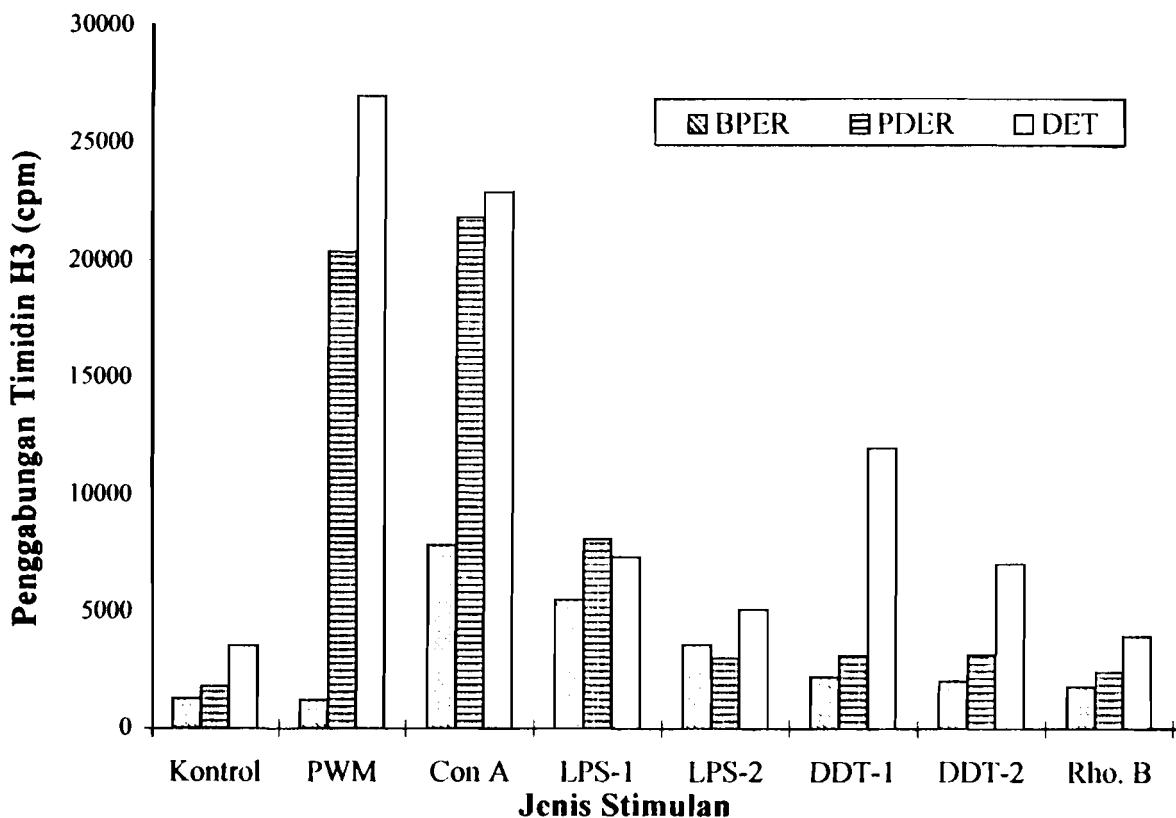
^{a)} Skor pencemaran diperoleh sebagai hasil perkalian antara kandungan zat pencemar (Anonimus, 1990) dalam makanan jajanan yang dikonsumsi dengan skor frekuensi jajanan dan skor lokasi penjualan.

statistik berbeda nyata. Kelompok III yang kurang mengkonsumsi makanan jajanan dan rendah pemasukan bahan pencemarnya, status imunitasnya paling tinggi dibanding kedua kelompok lain. Hal ini ditunjukkan dari respon proliferasi kelompok III yang lebih besar dari penduduk desa (II) dan buruh pabrik (kel I), yaitu berturut-turut adalah 3543, 1748, dan 1243 cpm. (Gambar 1).

Rata-rata proliferasi sel dengan mitogen PW memberikan pola yang serupa dengan proliferasi pada media tanpa stimulan tetapi dengan nilai hitungan permenit (cpm) yang jauh lebih tinggi. Nilai proliferasi kelompok III, II dan I dengan penambahan PW dan Con A berturut-turut adalah 26948, 20360, 11185 cpm dan penambahan Con A 22861, 21833, 7844 cpm (Gambar 1).

Proliferasi sel dengan penambahan DDT dan Rhodamin B lebih rendah daripada proliferasi limfosit yang dikultur dengan penambahan mitogen (Gambar 1). Hal ini terlihat dari nilai cpm yang lebih rendah. Rata-rata proliferasi sel yang dikultur dengan penambahan DDT konsentrasi 5 ug/ml (DDT-1) dan 8 (g/ml (DDT-2) untuk kelompok I, II dan III berturut-turut adalah 2168, 3107, 12044 cpm dan 2026, 3190, 7043 cpm. Rata-rata proliferasi sel terhadap Rhodamin B untuk kelompok I, II dan III berturut-turut adalah 1770, 2395 dan 3960 cpm.

Proliferasi sel yang dikultur dengan penambahan LPS *S. typhi* memberikan hasil yang sangat bervariasi antar individu dalam tiap kelompok. Seperti terlihat pada Tabel 4, proliferasi sel responden dari Kelompok III



Gambar 1. Penggabungan (incorporation) Timidin- ^3H ke dalam limfosit responden yang dikultur dalam media sintetik mengandung serum AB manusia 10 % dan berbagai mitogen dan bahan pencemar sebagai stimulan. Data merupakan rata-rata dari 3 ulangan dan dinyatakan dalam cpm.

dengan penambahan LPS 5 (g/ml terendah pada responden no 3 dengan proliferasi sebesar 1550 cpm dan tertinggi pada responden no 38 dengan proliferasi sebesar 31321 cpm. Hasil rataan dari nilai proliferasi ketiga kelompok menunjukkan nilai proliferasi sel terendah pada kelompok I baik untuk penambahan LPS 5 $\mu\text{g}/\text{ml}$ (5518 cpm) maupun untuk 8 $\mu\text{g}/\text{ml}$ (3615 cpm). Sedang nilai tertinggi terlihat pada kelompok III yaitu 7183 cpm dan 6009 cpm, berturut-turut.

PEMBAHASAN

Respon imun spesifik terhadap partikel atau senyawa asing yang masuk kedalam tubuh dimulai dari aktivitas proliferasi limfosit untuk menghasilkan sel-sel dan mediatur larut yang bersifat imunokompeten. Oleh karena itu aktivitas proliferasi limfosit yang dikultur secara *in vitro* menggambarkan juga status imun individu yang bersangkutan.

Dari hasil kultur limfosit *in-vitro* semua responden, tampak secara statistik ($p < 0,05$) bahwa kelompok I memiliki status imunitas yang paling rendah, baik respon maupun seluler. Fenomena ini terlihat pada aktivitas proliferasi limfosit yang dikultur dengan media standard saja dan dengan penambahan mitogen. Respons proliferatif terhadap mitogen PW dan LPS yang menggambarkan proliferasi limfosit B, menunjukkan kemampuan humorai individu atau kemampuan sintesis antibodi. Sedang respons proliferatif dengan penambahan mitogen Con A menunjukkan kemampuan sistem imun terhadap infeksi dan perubahan seluler (sel tumor atau sel terinfeksi virus). Proliferasi karena penambahan LPS dapat terjadi karena dua hal, yaitu stimulasi mitogenik terhadap limfosit B atau stimulasi antigenik. Yang terakhir dapat terjadi bilamana individu yang bersangkutan pernah terpapar pada *S. typhi* dan menghasilkan respons imun terhadap bakteri ini. Wiriaatmadja (1996) melaporkan bahwa pada responden

yang sama dengan responden dalam penelitian ini terdapat anti serum anti *S. typhi* yang terbentuk secara spontan. Sebagaimana diketahui, respons imun tergantung pada pemparan dan status gizi individu. Tingginya aktivitas proliferasi limfosit responden kelompok II terhadap LPS dapat menunjukkan adanya pemparan terhadap bakteri ini dan limfosit individu yang bersangkutan masih mengandung sel memori sehingga pada saat kultur, blastogenesis dan proliferasi sel dapat terjadi. Proliferasi sel yang dikultur dengan penambahan DDT menunjukkan adanya kemungkinan bahwa ketiga kelompok pernah terpapar DDT sebelumnya. Konsentrasi DDT lebih tinggi (8 µg/ml) bersifat meracuni sel. Rhodamin B juga bersifat meracuni sel. Respon proliferasi kelompok dosen terhadap DDT dan Rhodamin B lebih tinggi daripada kelompok penduduk desa dan buruh pabrik. Hal ini dapat merupakan indikasi ketahanan limfosit kelompok dosen yang lebih baik atau pemparan terhadap DDT.

Bila dihubungkan dengan tingkat pencemaran responden, tampak hubungan yang terbalik antara skor pencemaran total dengan aktivitas proliferasi limfosit. Hal ini menunjukkan adanya efek negatif konsumsi makanan jajanan terhadap sistem imun. Keracunan bahan kimia pencemar makanan, seperti Pb, Hg, aflatoxin, pewarna rhodamin B, residu pestisida telah diketahui mencakup kerusakan pada sistem imun (Descotes, 1986). Bahan kimia tambahan pada makanan juga telah diketahui menurunkan sistem imun (Descotes 1986).

Mekanisme toxicitas bahan kimia pencemar diduga antara lain melalui pembentukan metabolit radikal dan menyebabkan kondisi stres oksidatif, yaitu kelebihan reaksi oksidasi. Pada keracunan oleh aflatoxin, senyawa ini dioxidasi oleh sistem enzim yang tergantung pada P 450 dalam hati menjadi senyawa epoxida radikal. Senyawa radikal ini dapat berkonjugasi dengan DNA sel hati dan menyebabkan terjadi mutasi seluler (Thies dan Siegers, 1989). Keracunan oleh logam berat vanadium juga melibatkan senyawa radikal yang menyebabkan reaksi hidroxilasi 21'-deoxyguanosin pada DNA sehingga berakibat kerusakan DNA sel (Shi et al, 1996). Penurunan sistem imun pada responden remaja yang berkorelasi dengan tingginya skor pencemaran juga diikuti oleh kenaikan kadar malonaldehida (MDA) plasma pada responden (Zakaria et al, 1996 b; Zakaria et al 1996 c).

MDA merupakan senyawa turunan reaksi oksidasi lipid oleh senyawa radikal. MDA dapat dideteksi dalam plasma dan sampai saat

ini masih merupakan salah satu parameter untuk mengukur stres oksidatif dalam jaringan (Halliwell dan Gutteridge, 1992). Kondisi stres oksidatif merupakan keadaan dimana reaksi-reaksi oksidasi berjalan lebih cepat dari pada reaksi penangkalannya oleh sistem anti-oksidan tubuh. Kondisi ini erat hubungannya dengan kejadian penyakit-penyakit degeneratif seperti kanker, gangguan pembuluh darah, diabetes, dll (Krinsky, 1992). Sistem anti- oksidan tubuh sangat tergantung pada status gizi dan kondisi stres oksidatif (Capel, 1988). Status gizi yang mempengaruhi terutama protein, Se, Cu, vitamin A, C dan E. Banyak hasil-hasil penelitian telah membuktikan efek perlindungan zat-zat gizi terhadap akibat stres oksidatif. Manfaat sayuran dan buah-buahan untuk menangkal stres oksidatif juga telah dilaporkan (Caragay, 1992; Block 1991). Buah-buahan dan sayuran merupakan sumber antiosidan yaitu pro-vitamin A, vitamin C dan E serta karotenoid lain dan flavonoid. Dengan demikian, usaha penangkal stres oksidatif pada konsumen makanan jajanan dapat dilakukan melalui suplementasi dengan sayuran dan buah-buahan.

Kebiasaan mengkonsumsi makanan jajanan mempengaruhi status imunitas. Pemparan terhadap bahan kimia secara terus menerus. Demikian juga dengan kecukupan zat gizi, khususnya zat gizi antioksidan, karena penurunan status imunitas diduga melalui mekanisme radikal bebas yang berasal dari makanan jajanan tercemar.

Pembinaan terhadap penjaga makanan jajanan perlu dilakukan secara terus menerus, baik mengenai sanitasi cara pengolahan dan penyajian yang baik. Terhadap masyarakat ekonomi lemah yang biasa mengkonsumsi makanan jajanan perlu juga diberi penerangan mengenai cara memilih makanan jajanan yang baik dan aman. Selain itu, pemberian sayuran dan buah-buahan dapat menjadi salah satu cara untuk menangkal efek negatif bahan pencemar terhadap sistem imun, dan mungkin terhadap gangguan kesehatan lainnya.

Sistem imun merupakan susunan dari berbagai mekanisme. Untuk penelitian lebih lanjut perlu diteliti dari sistem imun yang mana yang terganggu oleh pencemaran makanan. Adanya pengenalan dan respon proliferasi limfosit terhadap DDT, perlu diperiksa lebih lanjut apakah ada antibodi anti DDT, khususnya IgE yang dapat menyebabkan reaksi-reaksi alergi.

Tabel 4. Proliferasi limfosit dari semua responden pada ketiga kelompok. Sel dikultur dengan penambahan LPS *S. typhi* sebesar 5 dan 8 µg/ml dalam media standar dan H³- Timidin. Hasil merupakan rata-rata dari 3 kultur dan dinyatakan dalam satuan cpm ("count per minute").

No. Responden	Kelompok I		Kelompok II		Kelomp. III	
	LPS (µg/ml)		LPS(µg/ml)		LPS (µg/ml)	
	5	8	5	8	5	8
1	1754		5336	1885	4147	3375
2	2440		5445	1342	3244	2126
3	2829		12995	3156	1550	3271
4	286		7516	1809	1829	4153
5	262		11594	2561	6692	3467
6	202		6865	2247	12163	6554
7	182		3703	1221	4285	3147
8	156		1981	1317	2249	3952
9	218		4344	2381	1799	5597
10	161		1243	4750	1968	5035
11	495			3209	1733	7206
12	460			1512	1227	2519
13	453		5567		9944	4593
14	563		6903		9241	6062
15	338		5037	2834	5490	3493
16	419		1502	2823	4473	5905
17	519		13269	3320	7884	9904
18	479		1288	1164	2007	3071
19	847		6126	2064	3712	4707
20	756		11723	4973	1880	2880
21	475		6099	3054	5621	2836
22	313		4058	2292	3778	2808
23	10499		5931	1006	5675	5977
24	10975		21094	1217	9843	3977
25	12017		10821	5615	3135	2817
26	13013		7289	4845	7043	10396
27	19798		4348	1453	6192	3288
28	33038		5906	4557	9161	5701
29	18285		5750	1687	6541	6433
30	17806		5771	2438	14880	5439
31	7842		14744	1391	19370	5164
32	2574		6086	1330	8799	8303
33	32287		9065	1893	20067	5793
34	5930		12388	3393	3476	2307
35	2639		6774	4528	4739	5900
36	784		9041	2392	9502	10343
37	2082		9953	1647	18542	4032
38			7594	2301	31321	20682
39			15662	10237	9958	2283
40			28343	12370		2214
41					11189	5354
42					10304	3989
43					2218	2218
Ratarata	5518		8136	3665	7183	5099

KESIMPULAN

Dapat disimpulkan dari hasil penelitian ini bahwa konsumsi pencemaran kimia melalui makanan jajanan berdampak negatif terhadap sistem imun yang terlihat dari rendahnya proliferasi limfosit kelompok buruh (I) dan kelompok warga desa (II) terhadap mitogen PW, Con A, LPS dan media saja. Penurunan aktivitas proliferasi ini berhubungan terbalik dengan skor konsumsi bahan pencemar makanan. Kemungkinan mekanismenya adalah melalui kondisi stres oksidatif yang dihasilkan melalui metabolisme komponen kimia tersebut. Sehingga kemungkinan penangkalannya adalah melalui pembiasan mengkonsumsi sayuran dan buah-buahan yang mengandung antioxidant.

DAFTAR PUSTAKA

- Aust SD, Chignelli CF, Bray TM, Kalyanaraman B, mason RP. 1993. Contemporary issues in toxicology. Free radicals in Toxicology. Toxicol APPI Pharmacol 120 : 168 - 178.
- Akman SA, Kensler.TW, Doroshow JH, Dizdaroglu M. 1993. Copper ion mediated modification of bases in DNA in vitro by benzoyl peroxide, Carcinogenesis, 14, 971-1974.
- Anonimus. 1990. Quality and Safety of Streetfoods in West Java. Street food Project Report IPB, Bogor.
- Block G. 1991. Vitamin C and cancer prevention : the epidemiologic evidence. Am J Clin Nutr 68 (suppl) : 2805-2825.
- Capel I.D. 1988. Factors affecting antioxidant defense potential. In : Cellular Antioxidant Defense mechanisms, Vol II, Chow, C.K. ed, CRC press, Boca Raton, Fl:217-237.
- Caragay AB. 1992. Cancer-preventive foods and ingredients. Fd Technol, April; 65-68.
- Descotes J, 1986. Immunotoxicology of drugs and Chemicals. Elsevier, 279 - 313.

- Halliwell B, Gutteridge JMC, and Cross CE. 1992. Free radicals, antioxidants, and human disease : where are we now. *J Lab Clin Med*, 119 (6) : 598 - 620.
- Krinsky, I. 1992. Mechanism of Action of Biological Antioxidants. The Society for Experimental Biology an Medicine. Boston, Massachussets.
- Meydani, S.N., Wu D, Santos, M.S., Hoyek, M.G. 1995. Antioxidant and immune response in aged person overview of present avidience. *Am. J. Clin. Nutr.* 62, 1462 S-1476 S.
- Roitt, I. 1991. Essential Immunology, Blockwell Scientific Publication London.
- Simon T.J.B. 1986. Passive transport and binding of lead by human red blood cells. *J. Physiol.* 378: 267-286.
- Sies H, Stahl W. 1995. Vitamins E and C, β -carotene, and other carotenoids as antioxidants. *Am J Clin nutr* 62 (suppl.) : 13155 - 21S.
- Shi X, Jiang H, Maoy, Ye J, Saffiotti U. 1996. Vanandium (IV) - mediated free radical generation and related 2 - deoxyguanosin hydroxylation and DNA damage. *Toxicology*, 160, 27 - 38
- Thies E, Siegers CP. 1989. metabolic activation and tumourigenesis. *Prog Pharmacol Clin Pharmacol*, 7/2, 199-212
- Wiriaatmadja, T.G. 1996. Antisera Spontan terhadap *S. typhi* dan *V. cholerae* pada populasi disekitar Bogor akibat Pemaparan terhadap Pencemaran makanan oleh Mikroorganisme. Tesis. Program Studi Ilmu Pangan, Pasca Sarjana, IPB, Bogor.
- Zakaria, F.R. 1996a. 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.
- Zakaria .R F, Abidin Z, Pradmudy Ms, Sanjaya. 1996c. Kadar malonaldehida dan zat gizi antioxidant plasma pada populasi remaja rentan pencemaran makanan. *Bul Teknol Industri Pangan*, VII, 3, 56 - 64
- Zakaria. R. F, Faridah DN, Sanjaya, Nabett-Belleville F, 1996c. Nutrient antioxydant and Immunological status of adolescents from Bogor, Indonesia, as related to their street food consumption pattern. Symposium Satellite "Vitamins and Biofactors", Colloque International de Pont a Mousson, Nancy, France.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Proyek Riset Unggulan Terpadu tahun anggaran 1994/1995 - 1995/1996 atas dana yang diberikan untuk melakukan penelitian ini.