

Pengaruh Pemberian Jeruk dengan Nanas pada Kadar Malondialdehid Plasma Subjek Terpapar Polusi Gas Buang Kendaraan Bermotor

Yusnita,¹ Gaga Irawan Nugraha²

¹Dinas Kesehatan Kabupaten Tegal, Jawa Tengah, ²Departemen Ilmu Gizi Medik Fakultas Kedokteran-Rumah Sakit Dr. Hasan Sadikin Bandung

Abstrak

Faktor lingkungan seperti polusi udara akibat gas buang kendaraan bermotor dapat meningkatkan pembentukan radikal bebas di dalam tubuh. Hasil penelitian Departemen Teknik Lingkungan Institut Teknologi Bandung (ITB) pada Desember 2006 menunjukkan kecenderungan peninggian polusi udara antara lain terjadi di tempat yang menjadi pusat kemacetan khususnya di kawasan padat lalu lintas di Kota Bandung seperti di Jalan Merdeka. Kadar radikal bebas di dalam tubuh dapat diketahui dengan mengukur kadar malondialdehid (MDA) plasma. Antioksidan diperlukan untuk menangkal efek radikal bebas akibat polusi udara. Jeruk dan nanas merupakan sumber antioksidan. Penelitian dilakukan untuk mengetahui perbedaan pengaruh pemberian jeruk dengan nanas pada kadar MDA plasma subjek yang terpapar polusi gas buang kendaraan bermotor. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental terhadap 21 orang yang bekerja di Jalan Merdeka, berusia 20–40 tahun yang dibagi menjadi tiga kelompok yang dilakukan pada bulan Januari–Juli 2010. Kelompok pertama diberikan jeruk sebanyak 300 g selama 14 hari. Kelompok kedua diberikan nanas sebanyak 300 g selama 14 hari. Kelompok ketiga adalah kelompok kontrol. Kadar MDA plasma diukur sebelum dan setelah perlakuan. Data dianalisis dengan uji-t berpasangan dan uji-t tidak berpasangan. Hasil penelitian menunjukkan penurunan kadar MDA plasma setelah pemberian jeruk ($1,42 \pm 0,29$ vs $0,68 \pm 0,29$) ($p < 0,05$) dan setelah pemberian nanas ($0,73 \pm 0,20$ vs $0,40 \pm 0,13$) ($p < 0,05$). Penurunan kadar MDA plasma setelah pemberian jeruk lebih besar daripada nanas ($0,74 \pm 0,33$ vs $0,24 \pm 0,24$) ($p < 0,05$). Simpulan, jeruk lebih besar dalam menurunkan kadar MDA plasma pada subjek yang terpapar polusi gas buang kendaraan bermotor daripada nanas. [MKB. 2013;45(2):91–7]

Kata kunci: Antioksidan, jeruk, malondialdehid plasma, nanas, polusi udara, radikal bebas

The Effects of Orange and Pineapple Supplementation on Plasma Malondialdehyde Concentration in Subject Exposed to Air Pollution

Abstract

Environmental insults such as air pollution from vehicle emission could increase generation of free radicals inside human body. A study conducted in December 2006 by the Department of Environmental Engineering Bandung Institute of Technology, revealed an increased tendency of air pollution production in certain areas in Bandung such as Jl. Merdeka where busy traffic frequently occurs. The amount of free radicals inside the body can be detected by measuring concentrations of plasma malondialdehyde (MDA). Antioxidants are needed to counteract the damaging effects of increased free radical formation due to air pollution insult. Pineapples and orange are antioxidant food sources. This study aims to find out the differences between orange and pineapple supplementation effects on plasma MDA concentration in subjects exposed to air pollution. The study is an experimental research concerning 21 subjects whom were working on Jl. Merdeka, age between 20–40 years old in January–July 2010. They were divided into three groups. The first group was given 300 grams of orange for 14 days. The second group was given 300 grams of pineapple for 14 days. The third group was the control group. Plasma MDA concentration was measured prior to and after the treatment. The data were analyzed using paired and independent t-test. The study revealed a lower plasma MDA concentration in subjects receiving orange (1.42 ± 0.29 vs 0.68 ± 0.29) ($p < 0.05$) and in subjects receiving pineapple (0.73 ± 0.20 vs 0.40 ± 0.13) ($p < 0.05$). Plasma MDA concentration lowering effect of orange supplementation is greater than that of the pineapple supplementation (0.74 ± 0.33 vs 0.24 ± 0.24) ($p < 0.05$). In conclusion, plasma MDA concentration lowering effect of orange is greater than pineapple in subjects exposed to air pollution. [MKB. 2013;45(2):91–7]

Key words: Air pollution, antioxidant, free radicals, orange, pineapple, plasma malondialdehyde

Korespondensi: Yusnita, dr., M.Kes, Jl. Panti Asuhan Al-Ikhwaniyah RT 03/11 No. 36 Jur-Bar, Pondok Aren Tangerang, e-mail yusnita_dr@yahoo.com

Pendahuluan

Radikal bebas selalu terbentuk pada metabolisme tubuh manusia dan berperan dalam pembentukan energi, fagositosis dalam sistem imun, serta transduksi sinyal untuk komunikasi antar sel. Radikal bebas dapat berbahaya karena sifatnya yang labil akibat kekurangan satu elektron dan akan dapat mengambil elektron dari molekul lain untuk menjadi stabil. Berbagai keadaan dapat meningkatkan kadarnya di dalam tubuh seperti asupan makanan yang bersifat prooksidan, proses penyakit (inflamasi), obat-obatan, peningkatan aktivitas fisik, proses penuaan, alkohol, dan faktor lingkungan seperti merokok, radiasi sinar UV, serta polusi udara.^{1,2}

Salah satu faktor lingkungan yang mampu meningkatkan radikal bebas dalam tubuh antara lain tingkat polusi udara yang tinggi, di Indonesia 70% disebabkan oleh emisi kendaraan bermotor yang mengeluarkan zat-zat berbahaya dan dapat berdampak negatif untuk kesehatan, di antaranya oksida nitrogen (NOx) serta oksida fotokimia (Ox) termasuk ozon.^{2,3}

Nitrogen dioksida dan ozon sebagai polutan yang paling berbahaya karena dapat menginduksi peroksidasi lipid dan asam amino aromatik merupakan oksidan kuat yang dapat menginduksi autooksidasi lipid. Kedua polutan tersebut dapat menimbulkan stres oksidatif dengan menginduksi pembentukan ROS secara langsung, mengubah fungsi mitokondria, menurunkan enzim NADPH-oksidas, serta mengaktifasi sel-sel inflamasi yang akan meningkatkan radikal bebas di dalam tubuh.^{1,4}

Pencemaran udara di Bandung cenderung meningkat dengan semakin bertambah banyak kendaraan bermotor. Hasil penelitian Departemen Teknik Lingkungan Institut Teknologi Bandung (ITB) selama Desember 2006, memperlihatkan peningkatan polutan yang terjadi di sejumlah pusat kemacetan, khususnya di kawasan padat lalu lintas seperti Jalan Merdeka, Asia Afrika, Pasteur, dan Braga. Struktur demografis Bandung yang terletak di wilayah cekungan akan memperburuk kondisi udara. Konsentrat polutan dengan mudah terperangkap, terakumulasi, dan menumpuk di udara sehingga memperbesar potensi warga tercemar polutan berbahaya.^{5,6}

Pengukuran radikal bebas secara langsung sulit untuk dilakukan karena sifatnya yang reaktif dan cepat berubah menjadi senyawa lain, oleh karena itu dilakukan pendekatan lain dengan mendeteksi produk yang dihasilkan oleh reaksi radikal bebas seperti produk oksidasi lipid, protein, dan DNA. Produk oksidasi lipid adalah pengukuran yang sering dilakukan antara lain dengan metode *thiobarbituric acid reactive*

substance (TBARS). Pengukuran dengan metode TBARS merupakan pengukuran kromogen yang dihasilkan dari reaksi antara *thiobarbituric acid* (TBA) dan malondialdehid (MDA) yang diukur dengan spektrofotometer. Malondialdehid adalah produk akhir peroksidasi lipid. Pengukuran radikal bebas dengan metode TBARS merupakan pengukuran yang paling sering dilakukan karena sederhana dan murah.^{7,8}

Tubuh mempunyai sistem pertahanan dalam menangkal radikal bebas yaitu dengan antioksidan. Antioksidan endogen cukup untuk mengatasi radikal bebas yang terbentuk pada metabolisme tubuh dalam keadaan normal. Peningkatan polusi udara menyebabkan kemampuan antioksidan endogen untuk menetralkan radikal bebas yang terdapat di udara tidak mencukupi, oleh karena itu dibutuhkan antioksidan eksogen. Beberapa sumber antioksidan eksogen adalah buah-buahan di antaranya jeruk, nanas, stroberi, dan anggur.⁹

Jeruk dan juga nanas merupakan buah yang mempunyai kekuatan antioksidan yang tinggi. Jeruk per 100 gram mengandung vitamin C sebanyak 53,2 mg; vitamin E (alfa tokoferol) 0,18 mg; Zinc (Zn) 0,07 mg; Cuprum (Cu) 0,045 mg; Mangan (Mn) 0,025 mg; Selenium (Se) 0,5 mcg dan karotenoid (beta karoten) 71 mcg; alfa karoten 11 mcg; beta kriptosantin 116 mcg; serta lutein dan zeaxantin 129 mcg). Nanas per 100 gram mengandung vitamin C sebanyak 47,8 mg; vitamin E (alfa tokoferol) 0,02 mg; Zn 0,12 mg; Cu 0,11 mg; Mn 0,927 mg; Se 0,1 mcg; dan karotenoid (beta karoten 35 mcg).^{10,11} Jeruk dan nanas merupakan buah yang sering dikonsumsi masyarakat Indonesia dan mudah ditemukan sepanjang tahun. Jeruk mempunyai kandungan antioksidan lebih tinggi daripada nanas per 100 gram buah, namun pengaruh antioksidan jeruk dan nanas terhadap stres oksidatif akibat polusi gas buang kendaraan bermotor udara belum diketahui. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan pengaruh jeruk dan nanas pada kadar MDA plasma subjek yang terpapar polusi gas buang kendaraan bermotor.

Metode

Subjek penelitian adalah pekerja lapangan di Jl. Merdeka Bandung (juru parkir, pedagang kaki lima, dan pedagang asongan) pada periode Januari–Juli 2010 sebanyak 21 orang dengan kriteria inklusi laki-laki, usia 20–40 tahun, indeks massa tubuh (IMT) 18,5–24,9 kg/m², beraktivitas ringan-sedang menurut kriteria Baecke, tidak mengidap penyakit kronik seperti hipertensi, diabetes melitus, reumatoid arthritis, bersedia mengikuti penelitian selama 14 hari

setelah menanda tangani persetujuan (*informed consent*). Kriteria eksklusi mengonsumsi obat-obatan jangka panjang serta suplemen vitamin dan mineral selama 2 bulan terakhir sebelum penelitian

Metode penelitian menggunakan rancangan eksperimental dengan pretes dan postes. Terdapat beberapa faktor yang dapat memengaruhi MDA namun tidak dapat dikontrol, diobservasi, dicatat, dan dibandingkan perbedaannya antara kelompok sebelum dan setelah perlakuan, yaitu kebiasaan merokok (dengan menanyakan jumlah rokok yang dihisap setiap hari) dan kebiasaan aktivitas fisik (dengan menggunakan Kuesioner Baecke,¹² dan hasilnya dalam bentuk indeks aktivitas fisik/ IAF) serta asupan gizi. Asupan gizi sebelum dan setelah penelitian diukur dengan *Food Frequency Questionnaire* (FFQ) dan *Food Record* (FR) yang dianalisis dengan program *Nutri Survey*. Intervensi pada penelitian ini adalah pemberian jeruk dan nanas sebanyak 300 g selama 14 hari.

Subjek penelitian dibagi menjadi 3 kelompok dengan *simple random sampling* menjadi 7 orang untuk kelompok yang diberi jeruk, 7 orang untuk kelompok yang diberi nanas, dan 7 orang untuk kelompok kontrol. Jeruk yang digunakan dalam penelitian ini adalah jeruk keprok Medan (*Citrus reticulata Blanco*). Jeruk dimakan tanpa kulit dan biji. Nanas yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis nanas subang (*Ananas comosus*). Nanas dikupas kulit dan bonggolnya kemudian dipotong-potong. Jeruk dan nanas diberikan setiap hari selama 14 hari setelah subjek makan pagi dan diberikan di depan peneliti serta dipastikan dikonsumsi hingga habis. Sebelum dan setelah perlakuan dilakukan pemeriksaan kadar MDA plasma dengan metode TBARS. Perbedaan kadar MDA plasma pada setiap kelompok dianalisis dengan uji-t berpasangan. Perbedaan penurunan kadar MDA plasma antar kelompok dianalisis menggunakan uji-t tidak berpasangan. Analisis data diproses dengan program SPSS V.15.0 *for windows* dengan tingkat signifikansi $p=0,05$.

Hasil

Beberapa karakteristik subjek penelitian yang dapat memengaruhi hasil intervensi pada semua kelompok tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna ($p>0,05$), yaitu usia, IAF, kebiasaan merokok, dan asupan gizi yang terdiri atas asupan energi total, lemak, vitamin C, dan vitamin E. Pengukuran MDA plasma juga menunjukkan bahwa status MDA sebelum perlakuan tidak berbeda bermakna (Tabel 1).

Pengukuran kadar MDA plasma sebelum dan setelah perlakuan pada kelompok jeruk dan

nanas berbeda bermakna ($p<0,05$), sedangkan pada kelompok kontrol tidak berbeda bermakna. Penurunan MDA plasma terjadi pada kelompok jeruk dan nanas, sedangkan kelompok kontrol mengalami kenaikan meskipun tidak bermakna (Tabel 2).

Perbandingan faktor asupan gizi sebelum dan setelah perlakuan menunjukkan bahwa sebagian besar asupan gizi tidak memiliki perbedaan yang bermakna pada semua kelompok, kecuali vitamin C, beta karoten, dan *Cuprum* pada kelompok jeruk dan nanas, vitamin E pada kelompok jeruk, dan Mangan pada kelompok nanas. Asupan energi dan zat gizi makro lainnya yaitu karbohidrat, lemak, dan protein tidak berbeda bermakna antara sebelum dan setelah perlakuan pada semua kelompok (Tabel 3).

Pembahasan

Variabel subjek yang tidak berbeda bermakna (IMT, IAF, rokok, asupan gizi) menunjukkan ketiga kelompok penelitian tersebut homogen sebelum dilakukan perlakuan, termasuk MDA. Kadar MDA plasma sebelum perlakuan termasuk kategori tinggi menurut kriteria Nielsen. Kadar MDA plasma yang tinggi pada subjek yang terpapar polusi disebabkan oleh radikal bebas yang timbul akibat polutan udara dari gas buang kendaraan bermotor. Polutan udara yang paling berbahaya adalah nitrogen dioksida (NO_2), ozon, hidrokarbon, dan juga partikulat. Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian Ningtias¹³ yang menunjukkan kadar MDA plasma tinggi pada subjek yang terpapar polusi di Bandung.

Kadar MDA dalam plasma setelah mendapat perlakuan menurun $0,74 \mu\text{mol/L}$ pada kelompok yang diberi jeruk seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2. Uji-t berpasangan antara kadar MDA dalam plasma sebelum dan setelah pemberian jeruk menunjukkan perbedaan yang bermakna ($p=0,001$). Penurunan kadar MDA plasma ini disebabkan karena kandungan antioksidan jeruk yang tinggi. Kandungan di dalam jeruk yang berupa gizi dan nongizi dapat berfungsi sebagai antioksidan.¹⁰ Data asupan gizi sebelum dan setelah perlakuan menunjukkan peningkatan asupan vitamin C, vitamin E, beta karoten dan mineral seperti Zn, Cu, dan Mn pada kelompok yang mengonsumsi jeruk sebanyak 300 g selama 14 hari (Tabel 2). Uji-t berpasangan menunjukkan peningkatan yang bermakna asupan vitamin C ($p=0,018$), vitamin E ($p=0,018$), beta karoten ($p=0,011$), dan Cu ($p=0,022$).

Vitamin C sebagai antioksidan *scavenging* termasuk superoksid radikal, peroksid radikal, hidrogen peroksida, singlet oksigen, radikal dari

Tabel 1 Karakteristik Fisik Fisiologis Subjek Penelitian

Variabel	Total		Kelompok		P
	Rata-rata ±SD	Jeruk Rata-rata±SD	Nanas Rata-rata±SD	Kontrol Rata-rata±SD	
Usia (tahun)	26,3 ±4,58	25,±6,15	25,2±5,35	29,4±4,4	0,74
IMT (kg/m ²)	20,64±1,78	20,08±0,71	19,71±1,36	22,15± 2,03	0,06
IAF	6,42±0,55	6,52±0,58	6,5±0,57	6,23±0,52	0,74
Rokok (batang/hari)	6,86±2,99	5,86±3,67	7,57±3,05	7,14±2,27	0,66
Asupan energi (kkal)	1.878,38±359,22	1.742,3 1±425,14	1.878±402,19	2.014,81±210,51	0,07
Asupan karbohidrat (g)	300,52±84,59	298,21±113,08	276,81±84,48	326,53±49,77	0,02
Asupan protein (g)	53,93±10,33	47,38±6,02	58,34±8,25	56,07±13,16	0,38
Asupan lemak (g)	46,26±19,72	40,56±9,24	59,59±25,36	38,81±16,06	0,06
Asupan vit C (mg)	6,26±3,76	6,1±2,62	8,16±3,17	4,53±4,75	0,25
Asupan vit E (mg)	2,17±1,16	1,64±1,14	3,2±0,86	1,66±0,77	0,69
Asupan Zn (Mg)	6,18±1,44	5,3±0,63	6,8±1,5	6,43±1,69	0,05
Asupan Cu (Mg)	0,89±0,27	0,74±0,33	0,83±0,19	1,11±0,18	0,14
Asupan Mn (Mg)	3,4±0,6	3,4±0,73	3,24±0,60	3,56±0,5	0,77
MDA pretes (Mmol/L)	1,02±0,44	1,42±0,29	0,73±0,20	0,91±0,49	0,12

Keterangan: SD: standar deviasi; IAF: indeks aktivitas fisik uji kemaknaan dilakukan dengan uji *one-way* ANOVA $p>0,05$ artinya data tidak berbeda bermakna antara kelompok perlakuan

polutan udara, serta radikal dari aktivasi neutrofil dan makrofag. Vitamin C sebagai antioksidan bekerja dengan cara *radical-scavenging* yaitu menghambat rantai inisiasi dan memutuskan rantai propagasi, menstabilisasi radikal hidroksil, dan meregresi vitamin E ke bentuk aktif.^{14,15} Vitamin E merupakan vitamin yang larut dalam lemak yang berperan sebagai antioksidan dengan memecah rantai reaksi peroksidasi lipid. Vitamin E juga *scavenger* dari peroksid radikal terutama melindungi asam lemak tidak jenuh rantai ganda (*polyunsaturated fatty acid*, PUFA) pada membran fosfolipid dan lipoprotein plasma.⁴ Vitamin E sebagai antioksidan berperan dalam *radical-scavenging* yaitu menghambat rantai inisiasi serta memutuskan rantai propagasi dan

quenching active oxygen species. Vitamin E juga mencegah lipid peroksidasi dari asam lemak tidak jenuh dalam membran sel dan membantu oksidasi vitamin A serta mampu mempertahankan kesuburan. Vitamin E bekerja sinergis dengan vitamin C, sedangkan vitamin C mereduksi vitamin E ke bentuk aktif.^{1,13}

Betakaroten adalah karotenoid yang memiliki nilai vitamin A paling tinggi. Karotenoid sebagai antioksidan bekerja dengan cara *quenching active oxygen species* dan *radical-scavenging*. Oleh karena itu, karotenoid berperan dalam mencegah kerusakan jaringan dan selanjutnya mempunyai efek protektif terhadap risiko degenerasi makula, penyakit kardiovaskular, dan juga kanker. Mineral seperti Cu, Zn, dan Mn merupakan kofaktor bagi

Tabel 2 Hasil Penghitungan MDA Plasma Rata-rata Sebelum dan Setelah Perlakuan

Malondialdehid (MDA)	Jeruk		Nanas		Kontrol	
	Rata-rata±SD	p	Rata-rata±SD	p	Rata-rata±SD	p
Sebelum	1,42±0,29	0,001	0,73±0,20	0,000	0,91±0,48	0,379
Setelah	0,68±0,29		0,40±0,13		1,34±1,04	
Penurunan	0,74±0,33		0,33±0,24		- 0,42±1,18	

Tabel 3 Asupan Gizi Sebelum dan Setelah Perlakuan

Asupan Gizi	Jeruk		Nanas		Kontrol	
	Rata-rata±SD	p	Rata-rata±SD	p	Rata-rata±SD	p
Energi (kcal)						
A	1.742,31±425,14		1.878±402,19		2.014,81±210,51	
B	2006,63±514,17	0,310	1.693±310,99	0,202	1.882,54±361,39	0,397
Karbohidrat (g)						
A	298,21±113,08		276,81±84,48		326,53±49,77	
B	324,63±158,24	0,734	304,46±89,18	0,091	302,89±123,21	0,612
Protein (g)						
A	47,38±6,02		58,34±8,251		56,07±13,16	
B	66,87±36,83	0,237	53,14±7,52	0,196	63,76±11,42	0,317
Lemak (g)						
A	40,56±9,24		59,59±25,36		38,81±16,06	
B	57,93±15,47	0,091	44,18±17,58	0,153	61,74±29,01	0,147
Vit C (mg)						
A	6,1±2,62		8,16±3,17		4,53±4,75	
B	97,9±5,99	0,018*	90,7±32,9	0,016*	12,23±18,61	0,398
Vit E (mg)						
A	1,64±1,14		3,2±0,86		1,66±0,77	
B	3,36±1,26	0,018*	2,54±0,97	0,123	3,24±1,77	0,104
Beta karoten (mg)						
A	0,00±0,00		0,00 ± 0,00		0,00±0,00	
B	0,19±0,04	0,011*	0,14 ± 0,11	0,011*	0,00±0,00	1
Zn (mg)						
A	5,3±0,63		6,8±1,5		6,43±1,69	
B	7,11±3,31	0,237	6,27±1,03	0,395	7,78±1,48	0,237
Cu (mg)						
A	0,74±0,33		0,83±0,19	0,005*	1,11±0,18	0,102
B	1,19±0,44	0,022*	1,17±0,26		0,8±0,15	
Mn (mg)						
A	3,4±0,73		3,24±0,60		3,56±0,5	
B	4.36±1.65	0,157	6.23±0.63	0,000*	3.23±0.49	0,35

Keterangan: SD: standar deviasi, A: asupan sebelum perlakuan, B: asupan setelah perlakuan
uji kemaknaan dilakukan dengan uji-t berpasangan/Uji Wilcoxon

*: p<0,05 artinya kadar gizi berbeda bermakna setelah diberi perlakuan

antioksidan enzimatis superoksid dismutase (Zn, Mn, Cu-SOD). Tembaga juga mengikat protein untuk dapat membentuk seruloplasmin yang juga berfungsi sebagai antioksidan.^{8,9}

Pemberian jeruk dapat meningkatkan asupan vitamin C subjek penelitian sebanyak 150%. Peningkatan sebesar ini kemungkinan disebabkan

oleh asupan vitamin C sebelum penelitian yang sangat rendah seperti yang terlihat pada Tabel 2, sehingga pemberian vitamin C dalam jeruk selama penelitian dapat diserap dengan sangat baik. Asupan vitamin C yang cukup tinggi (97 mg) setelah pemberian jeruk dapat menurunkan kadar MDA plasma dengan mekanisme yang

telah dijelaskan di atas. Penurunan kadar MDA plasma setelah pemberian jeruk pada penelitian ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan pemberian jus jeruk menurunkan kadar MDA plasma pada wanita dewasa yang sehat.

Pemberian jeruk menunjukkan peningkatan asupan vitamin E sebesar 94% setelah pemberian jeruk. Peningkatan asupan vitamin E ini didukung oleh peningkatan asupan lemak sebesar 43% sehingga membantu absorpsi vitamin E karena vitamin E merupakan antioksidan larut lemak. Peningkatan ini juga kemungkinan disebabkan oleh asupan vitamin E yang rendah sebelum penelitian. Penelitian Elsayed menunjukkan kadar vitamin E meningkat pada jaringan paru setelah pemberian suplemen vitamin E dan pada keadaan stres oksidatif vitamin E akan dimobilisasi ke jaringan paru. Keadaan ini mendukung hasil pada penelitian ini bahwa peningkatan asupan vitamin E dapat menurunkan kadar MDA plasma.

Pemberian jeruk menunjukkan peningkatan asupan beta karoten sebesar 100% setelah pemberian jeruk. Peningkatan sebesar ini karena tidak terdapat asupan beta karoten sebelum pemberian jeruk. Hal ini kemungkinan disebabkan karena kurang bervariasi jenis makanan yang dikonsumsi subjek penelitian. Peningkatan asupan beta karoten dapat menurunkan kadar MDA plasma karena merupakan antioksidan *scavenging* yang mampu menangkap radikal bebas sehingga mencegah peroksidasi lipid. Beta karoten juga memperkuat kerja glutathion sebagai antioksidan enzimatis, mempunyai efek antiinflamasi sehingga mencegah pembentukan radikal bebas dari sel-sel inflamasi. Penurunan kadar MDA plasma setelah pemberian asupan beta karoten pada subjek yang terpapar polusi sesuai dengan penelitian sebelumnya di Kota Bandung.¹³

Hasil pengukuran kadar MDA plasma sebelum perlakuan pada kelompok nanas menunjukkan nilai yang tinggi menurut kriteria Nielsen. Hasil pengukuran kadar MDA plasma setelah pemberian nanas menunjukkan penurunan sebesar 0,33 $\mu\text{mol/L}$ setelah pemberian nanas sebanyak 300 g selama 14 hari seperti yang tercantum dalam Tabel 2. Uji-t berpasangan antara kadar MDA plasma sebelum dan setelah pemberian nanas menunjukkan perbedaan bermakna ($p=0,000$).

Penurunan kadar MDA plasma ini disebabkan karena kandungan antioksidan dalam nanas. Nanas mempunyai kekuatan antioksidan yang tinggi. Data asupan gizi yang terdapat pada Tabel 3 menunjukkan peningkatan asupan vitamin C dan mineral seperti Zn, Cu, dan Mn pada kelompok yang mengonsumsi nanas 300 g selama 14 hari. Uji-t berpasangan memperlihatkan peningkatan

secara bermakna asupan vitamin C ($p=0,016$), Cu ($p=0,005$), dan Mn ($0,000$).

Kadar vitamin C ternyata meningkat sebesar 10,11%, hal ini diduga disebabkan oleh asupan vitamin C yang rendah sebelum penelitian sehingga pemberian nanas yang mengandung vitamin C akan meningkatkan asupan vitamin C. Asupan beta karoten setelah pemberian nanas meningkat 100%. Peningkatan yang besar ini karena tidak terdapat asupan beta karoten sebelum pemberian nanas. Hal ini kemungkinan disebabkan kurang bervariasi jenis makanan yang dikonsumsi subjek penelitian. Peningkatan yang tinggi juga terjadi pada asupan Mangan yaitu sebesar 93%. Hal ini sesuai dengan penelitian Halvorsen dkk.¹⁰ yang menyatakan bahwa nanas merupakan buah yang kaya mineral Mangan yang penting sebagai antioksidan mangan-superoksida dismutase (Mn-SOD). Superoksida dismutase (SOD) adalah suatu enzim yang mengandung formasi oksigen yang sangat reaktif dan mampu mengonversi radikal superoksida menjadi *hydrogen peroxide*. Superoksida dismutase berperan dalam melawan radikal bebas pada mitokondria, sitoplasma, dan bakteri aerob dengan mengurangi bentuk radikal bebas superoksida.^{1,9}

Cara kerja nanas sebagai antioksidan eksogen serupa dengan jeruk seperti yang telah dijelaskan di atas karena mempunyai kandungan antioksidan yang sama seperti vitamin C, vitamin E, beta karoten, serta mineral seperti Zn, Cu, dan Mn.

Data pada Tabel 2 menunjukkan penurunan kadar MDA plasma pada kelompok yang diberi jeruk lebih besar daripada kelompok yang diberi nanas. Hasil uji-t tidak berpasangan menunjukkan penurunan kadar MDA plasma antara kelompok jeruk dan nanas terdapat perbedaan bermakna ($p=0,01$). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Halvorsen dkk.¹⁰ yang melaporkan bahwa jeruk mempunyai kekuatan antioksidan lebih tinggi daripada nanas per 100 gram buah. Kandungan antioksidan dalam jeruk seperti vitamin C, vitamin E, dan mineral Cu lebih tinggi daripada nanas per 100 gram. Nanas mempunyai kandungan antioksidan seperti mineral Zn dan Mn yang lebih tinggi daripada jeruk per 100 gram.^{10,11}

Asupan antioksidan pada kelompok yang diberi jeruk menunjukkan peningkatan asupan vitamin C (15,05% vs 10,11%) dan Cu (59% vs 41%) yang lebih besar daripada kelompok yang diberi nanas. Peningkatan Mangan lebih besar pada kelompok yang diberi nanas daripada yang diberi jeruk (93% vs 28%), namun Mangan merupakan bagian dari antioksidan enzimatis dengan kekuatan antioksidan yang lebih lemah daripada vitamin C yang merupakan antioksidan *scavenging*, sehingga pemberian jeruk akan lebih menurunkan kadar MDA plasma. Hal ini juga

kemungkinan disebabkan pada kelompok yang diberi jeruk terjadi peningkatan asupan vitamin C dan vitamin E. Kelompok yang diberi nanas hanya terjadi peningkatan vitamin C, bahkan terjadi penurunan asupan vitamin E. Penurunan asupan vitamin E sesuai dengan penurunan asupan lemak pada kelompok yang diberi nanas. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh penurunan asupan lemak karena vitamin E merupakan vitamin yang larut lemak. Penurunan asupan lemak pada kelompok nanas kemungkinan disebabkan tidak dikontrolnya asupan lemak pada penelitian ini. Vitamin C dan vitamin E bekerja secara sinergis sebagai antioksidan sehingga pemberian jeruk akan lebih besar menurunkan kadar MDA plasma daripada nanas.

Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa pemberian jeruk dan nanas menurunkan kadar MDA plasma pada subjek yang terpapar dengan polusi gas buang kendaraan bermotor dan pemberian jeruk memberikan dampak penurunan yang lebih besar dibandingkan dengan nanas.

Daftar Pustaka

1. Halliwell B, Gutteridge JMC. Edisi ke-4. New York: Oxford University Press Inc.; 2007.
2. Kelly F. Oxidative stress: its role in air pollution and adverse health effects. *Br Med J*. 2003;60:612–6.
3. Depkes RI. Dampak kualitas udara. Selayang pandang pemberantasan penyakit menular dan penyehatan lingkungan. Jakarta: Departemen Kesehatan RI; 2005.
4. Romieu I, Castro-Giner F, Kunzli N, Sunyer J. Air pollution, oxidative stress and dietary supplementation: a review. *Eur Respir J*. 2008;31:179–97.
5. Kurniawan E, Lestari P. Inventori emisi (emission inventory) pencemaran udara di kawasan Cekungan Bandung. Bandung: Departemen Teknik Lingkungan ITB Program Studi Teknologi dan Manajemen Lingkungan; 2006.
6. WALHI. Advokasi pencemaran udara. *Journal [serial on the Internet]*. 2004 (diunduh 1 Februari 2008). Tersedia dari: <http://www.walhi.or.id/kampanye/cemar/udara/penc_udara_info_020604/>.
7. Collins A. Assays for oxidative stress and antioxidant status: applications to research into the biological effectiveness of polyphenols. *Am J Clin Nutr*. 2005;81:261S–7.
8. Mayne S. Antioxidant nutrients and chronic disease: use of biomarkers of exposure and oxidative stress status in epidemiologic research. *Am Assoc Clin Chem*. 2003;7:1209–14.
9. Whitney E, Rolfes S. *Understanding nutrition*. Edisi ke-11. Belmont: Thomson; 2008.
10. Halvorsen BL, Carlsen MH, Phillips KM, Bøhn SK, Holte K, Jacobs DR, dkk. Content of redox-active compounds (ie, antioxidants) in foods consumed in the United States. *Am J Clin Nutr*. 2006;84:95–135.
11. Gebhardt S, Lemar L, Perhrsson P, Exler J, Haytowitz D, Showell B, dkk. *National Nutrient Database for Standard Reference*. *Journal [serial on the Internet]*. 2007 (diunduh 28 Januari 2008). Tersedia dari: www.ars.usda.gov/nutrientdata.
12. Baecke JAH, Burema J, Fritjters JER. A short questionnaire for measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. *Am J Clin Nutr*. 1982;36:936–42.
13. Ningtias P. Pengaruh pemberian β -carotene dalam wortel kukus (*Daucus carota L.*) terhadap kadar malondialdehid plasma pada subjek yang terpapar polusi gas buang kendaraan bermotor di alun-alun Kota Bandung [tesis]. Bandung: Universitas Padjadjaran; 2007.
14. Li Y, Schellhorn H. New developments and novel therapeutic perspectives for vitamin C. *J Nutr*. 2007;137:2171–84.
15. Block G, Dietrich M, Norkus E, Morrow J, Hudes M, Caan B, dkk. Factors associated with oxidative stress in human populations. *Am J Epidemiol*. 2002;156:274–85.