

**PENGARUH KONSUMSI JAHE (*Zingiber officinale Roscoe*)
TERHADAP KADAR MALONALDEHIDA DAN VITAMIN E
PLASMA PADA MAHASISWA PESANTREN
ULIL ALBAAB KEDUNG BADAK, BOGOR**

**THE EFFECT OF GINGER (*Zingiber officinale Roscoe*)
CONSUMPTION ON PLASMA MALONALDEHYDE AND VITAMIN E
CONCENTRATION OF STUDENTS FROM BOGOR**

Fransiska R Zakaria¹, Hari Susanto², dan Arif Hartoyo¹

¹ Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Fateta-IPB

² Alumni Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Fateta-IPB

ABSTRACT

Extracts of ginger contain a great number of substances having antioxidant activity. This reaserch was conducted to study the effect of ginger on malonaldehyde (MDA) as indicator of free radical and vitamin E as one of the nutrient antioxidants. Healthy student subjects were divided into treated (n=12) and control group (n=12). Treated group was suplemented with ginger drink for 30 days.

At the beginning and the end of intervention, both treatment and control groups were subjected to physical health examination and their peripheral blood were with drawn for analysis of MDA (malonaldehyde) and vitamin E in plasma. Individual data from all groups revealed that treated group has significant decrease of MDA and increase of vitamin E ($p < 0,01$) compare to the control group. The result of this researh revealed that ginger drink has a potent antioxidant activity to decrease MDA and increase vitamin E, level in the plasma.

PENDAHULUAN

Topik mengenai oksidan dan antioksidan menjadi perhatian penting dalam multi disiplin ilmu. Hal tersebut ditunjang oleh beberapa penelitian yang mengungkapkan bahwa beberapa penyakit degeneratif antara lain penyakit, kardiovaskular, kanker, gangguan sistim syaraf, penuaan dini dan katarak, dipicu oleh keberadaan oksidan dalam tubuh (Halliwell et al., 1992). Keberadaan radikal bebas dalam tubuh dapat berasal dari luar tubuh dan terbentuk secara alami dalam tubuh (Zakaria, 1996a). Pada tubuh yang sehat keberadaan prooksidan berimbang dengan antioksidan, akan tetapi pada keadaan tertentu keseimbangan ini dapat terganggu, dan disebut stres oksidatif. Kondisi stres oksidatif dapat diukur dengan menganalisis kadar MDA plasma L (Zakaria dan Abidin, 1996). Peristiwa stres oksidatif inilah yang diduga kuat mendasari hampir semua patofisiologis penyakit yang disebabkan oleh radikal bebas. Upaya pencegahan kerusakan oksidatif dapat dilakukan antara lain dengan menghindari pangan yang mengandung prooksidan dan mengkonsumsi pangan yang terbukti mempunyai efek sebagai antioksidan (Zakaria 1996b). Bahan yang banyak diteliti sebagai penghasil antioksidan alami adalah rempah-rempah. Jahe merupakan salah satu rempah-rempah yang telah dikenal luas oleh masyarakat. Selain sebagai penghasil flavor dalam berbagai produk pangan, jahe juga dikenal mempunyai khasiat menyembuhkan berbagai macam penyakit seperti masuk angin, batuk dan diare.

Beberapa komponen bioaktif dalam ekstrak jahe antara lain (6)-gingerol, (6)-shogaol, diariilheptanoid dan curcumin, mempunyai aktivitas antioksidan yang melebihi tokoferol (Kikuzaki dan Nobuji, 1993). Ekstrak jahe telah dilaporkan dapat melindungi sel limfosit tikus maupun manusia dari kerusakan oksidatif (Nurahman et al 1999, Prangdimurti et al., 1999). Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh konsumsi minuman jahe terhadap kadar MDA plasma sebagai indikator keberadaan radikal bebas dan vitamin E sebagai salah satu zat gizi antioksidan yang penting dalam melindungi membran sel yang banyak mengandung asam lemak tak jenuh (Zakaria, 1996b) dari radikal bebas. Besar kemungkinan jahe dapat melindungi vitamin E dari oksidasi.

METODOLOGI

1. Pembuatan minuman jahe

Ekstrak Jahe

Rimpang jahe dibersihkan, dan dicuci. Setelah itu dipotong kecil-kecil lalu diblender dengan air panas dengan rasio potongan jahe : air sebesar 1 : 2 (w/v). Hasilnya kemudian diperas dan disaring, maka diperoleh ekstrak jahe. Ekstrak jahe dibuat 2 kali dalam satu minggu, agar ekstrak jahe yang diperoleh tetap segar.

Larutan gula

Larutan gula diperoleh dengan melarutkan gula pasir dengan air panas. Gula pasir dan air dicampur dengan perbandingan sebesar 7:11(w/v).

Setelah gula larut seluruhnya kemudian dipasteurisasi selama 5 menit, maka kita mendapatkan larutan gula.

Minuman Jahe

Minuman jahe yang akan berpartisipasi digunakan untuk intervensi dibuat dengan cara mencampurkan antara air masak, larutan gula dan ekstrak jahe dengan perbandingan sebesar 10:11: 4 (v/v), setelah itu dilakukan pasteurisasi selama 5 menit. Campuran untuk minuman sari jahe dibuat segar setiap hari pada saat akan melakukan intervensi.

2. Analisis proksimat

Analisis proksimat yang dilakukan adalah penentuan kadar air metode destilasi, kadar total abu, kadar protein metode Bradford, kadar minyak atsiri, kadar oleoresin dan total fenol terhadap jahe segar dan ekstrak jahe (AOAC, 1984).

3. Pemilihan Responden

Responden yang berpartisipasi dalam penelitian ini adalah mahasiswa berumur 21-25 tahun berjenis kelamin laki-laki yang berada di Pesantren Ulil Albaab, Kedung Badak Bogor. Hanya responden yang dinyatakan sehat oleh dokter yang boleh ikut dalam penelitian ini. Responden tersebut dibagi menjadi dua kelompok yaitu kelompok perlakuan dan kontrol, masing-masing kelompok tersebut berjumlah 12 orang. Kelompok perlakuan diintervensi minuman jahe selama 30 hari. Pemilihan responden ini didasarkan bahwa kedua kelompok tersebut berada dalam satu tempat tinggal, bahan pangan yang dikonsumsi dan lingkungan yang homogen, sehingga diharapkan variasi yang ada dapat diperkecil serta akan memudahkan pelaksanaan intervensi. Dengan status kedua kelompok tersebut sebagai mahasiswa, maka dianggap kedua kelompok tersebut memiliki pengetahuan gizi yang hampir sama dan status gizinya baik. Sebelum penelitian ini dilakukan, para mahasiswa menandatangani surat kesediaan Bekerjasama. Pelaksanaan penelitian ini mendapat persetujuan dari Tim Penilai Proyek Penelitian Pascasarjana, Dirjen DIKTI, DEPDIBUD, Jakarta, 1997-2000.

4. Intervensi minuman jahe

Pelaksanaan intervensi dilakukan terhadap kelompok mahasiswa, tiap sore hari (pukul 16.00 WIB) selama 30 hari dengan minuman jahe sebanyak 200 ml. Dilaksanakannya intervensi di sore hari dan volume minuman jahe sebanyak 200 ml karena kebanyakan minuman penyegar termasuk minuman jahe dikonsumsi masyarakat pada waktu sore, rata-rata per hari satu gelas (\pm 200 ml), dengan waktu 30 hari (satu bulan) diharapkan pengaruh jahe dapat diamati. Minuman jahe dibuat segar setiap hari.

5. Pengambilan darah

Pengambilan darah dilakukan sebelum dan setelah subyek mengalami intervensi. Darah diambil oleh dokter dan perawatnya di Klinik Caritas, Bogor sebanyak 40 ml menggunakan syringe steril 50 ml dengan jarum 21 G, kemudian dimasukkan ke dalam tabung steril yang berisi 1 ml, EDTA 0,1%. Tabung tersebut kemudian disentrifuse dengan kecepatan 1500 rpm selama 10 menit selanjutnya diambil fase atasnya (plasma) untuk analisis selanjutnya.

6). Analisis kadar malonaldehida plasma (Conti et al., 1991)

Membuat konsentrasi standar malonaldehida dari 1,1,3,3-tetraetoksipropana (sigma) dengan pelarut air bebas ion sebesar 125, 150, 175, 200 dan 250 pmol/l. Sebanyak 50 μ l sampel atau standar ditambahkan 1 ml asam tiobarbiturat (sigma) (10 mmol dalam 75 mmol/l buffer fosfat), vorteks selama 5 detik. Inkubasi selama 60 menit pada suhu 95°C, setelah itu didinginkan selama 5 menit kemudian ditambah 5 ml butanol dan divortex selama 1 menit. Setelah disentrifuse 4000 rpm selama 10 menit, fase atas dibaca emisinya menggunakan spektrofourometer (Shimadzu RF540 yang dilengkapi dengan pencatat Shimadzu DR-3) pada panjang gelombang eksitasi 515 nm dan panjang gelombang emisi 553 nm. Konsentrasi sampel yang teranalisis dikonversi dalam satuan mol/l.

7. Analisis Vitamin E Plasma (Zakaria dan Abidin 1996)

Standar tokoferol (sigma) konsentrasi 5, 10, 15 dan 20 mg/l dibuat dengan pelarut etanol absolut. Sebanyak 200 μ l sampel atau standar ditambah dengan 200 μ l asam askorbat (sigma) lalu divortex selama 30 detik, ditambah 1 ml etanol 95 % dan divortex 30 detik. Setelah ditambahkan 3 ml heksan dan divortex selama 30 detik, larutan disentrifuse 4000 rpm selama 10 menit. Fase atas diambil dan diukur emisinya menggunakan spektrofourometer (Shimadzu RF 540 yang dilengkapi dengan pencatat Shimadzu DR-3) pada panjang gelombang eksitasi 295 nm dan panjang gelombang emisi 340 nm.

HASIL

Analisis proksimat jahe

Untuk memanfaatkan jahe menjadi berbagai produk olahan dan agar didapatkan hasil olahan yang baik dengan kualitas seperti yang diinginkan, maka perlu mengetahui dan mempertimbangkan kondisi serta komponen-komponen yang terdapat dalam jahe yang akan digunakan sebagai bahan baku. Hasil analisis kadar air terhadap jahe segar dan ekstrak jahe sebesar 83,63 % (bk) dan 98,52 % (bk), hasil tersebut menunjukkan bahwa air merupakan komponen terbesar dari jahe gajah.

Penentuan kadar abu pada jahe bertujuan untuk mengetahui keberadaan total mineral dalam

jahe yang akan diuji. Hasil analisis kadar abu untuk jahe segar sebesar 7,37 % (bk) dan ekstrak jahe sebesar 22,80 % (bk).

Kandungan total fenol yang terdapat pada jahe segar adalah 0,38 % (bk) dan ekstrak jahe sebesar 0,65 mg/ml. Matsuda et al., (1995) menjelaskan bahwa tanaman kaya akan senyawa fenolik dan beberapa dari senyawa fenolik tersebut memiliki aktivitas antioksidan. Hal ini lebih ditekankan oleh Puspitasari-Nienaber et al. (1997), bahwa salah satu senyawa antioksidan primer yang terbaik adalah senyawa fenolik. Di dalam jahe terkandung beberapa senyawa turunan fenol antara lain gingerol, shogaol dan senyawa-senyawa turunannya, yang menurut Prangdimurti et al (1999) dan Nurahman et al (1999) mempunyai aktivitas antioksidan yang tinggi. serta dapat melindungi sel-sel imun, khususnya limfosit, dari kerusakan oleh senyawa radikal. Oleoresin menjadi semakin penting artinya untuk diketahui karena oleoresin inilah yang bertanggungjawab terhadap rasa pedas jahe, semakin tinggi kadar oleoresinnya, maka jahe tersebut makin terasa pedas.

Hasil analisa kadar oleoresin jahe segar sebesar 11,33 % (bk) dan ekstrak jahe sebesar 29,26 % (bk). Hasil analisis minyak atsiri pada jahe segar adalah 1,38 % (bk) dan ekstrak jahe sebesar 2,21 % (bk). Minyak atsiri hanya terdapat dalam rimpang jahe, sedangkan di dalam daunnya tidak ada. Minyak atsiri tersebut bertanggungjawab terhadap aroma dan flavor khas jahe. Dari hasil pengukuran kadar protein, diperoleh hasil bahwa untuk kadar protein jahe segar sebesar 1,90 % (bk) dan ekstrak jahe sebesar 8,13 mg/ml (bk).

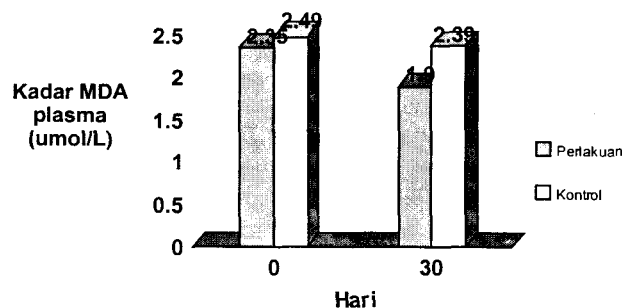
Hasil analisis kadar MDA plasma untuk kelompok perlakuan di awal intervensi (hari ke-0) rata-rata 2,36 mol/L. Kadar MDA tersebut mempunyai rata-rata diatas kondisi normal yang menurut Wasowicz et al., (1993) sebesar 1, 01 μ mol/L. (gambar 1)

Tingginya kadar MDA tersebut dapat dipengaruhi oleh banyak hal, antara lain tingginya kadar peroksidasi lipid dimana MDA sebagai produk akhirnya. Selain itu dipengaruhi juga oleh terjadinya dekomposisi asam amino, kompleks karbohidrat, pentosa, heksosa dan proses biosintesis prostaglandin (Bird dan Draper, 1984).

Tingginya kadar MDA juga dipengaruhi oleh banyaknya zat cemaran yang dikonsumsi dalam diet sehari-hari, hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Kumendong (1996), bahwa terdapat hubungan yang positif antara MDA dengan konsumsi makanan jajanan yang tercemar.

Setelah mengalami intervensi minuman jahe, pada hari ke-30 kadar MDA kelompok perlakuan rata-rata sebesar 1,94 mol/L. Dengan membandingkan nilai rata-rata MDA di awal dan akhir intervensi terjadi penurunan kadar MDA sebesar 17,79 % (dari 2,36 mol/L menjadi 1,94 mol/L). Hasil uji beda rata-rata dengan uji T (*T-Test*) menunjukkan bahwa penurunan kadar MDA tersebut berbeda secara

sangat nyata ($p < 0,01$). Kelompok kontrol yang berfungsi sebagai pembanding dari kelompok perlakuan, pada hari ke-0 mempunyai kadar MDA rata-rata sebesar 2,49 mol/L, setelah hari ke-30 menjadi 2,39 mol/L. Dengan membandingkan kedua nilai rata-rata tersebut, ternyata tidak terlalu berbeda jauh dan setelah diuji dengan uji T (*T-Test*) pada kelompok kontrol ini tidak terjadi perubahan kadar MDA secara nyata (taraf 10%). Dengan membandingkan kadar MDA antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol, dimana pada kelompok perlakuan mengalami penurunan kadar MDA sebesar 17,7% ($p < 0,01$) sedang kelompok kontrol tidak mengalami perubahan nyata (Gambar 1), maka hal tersebut menunjukkan bahwa intervensi minuman jahe mampu menurunkan kadar MDA plasma, dalam hal ini ditunjukkan oleh persentase penurunan kadar MDA rata-rata kelompok perlakuan yang jauh melebihi kelompok kontrol.



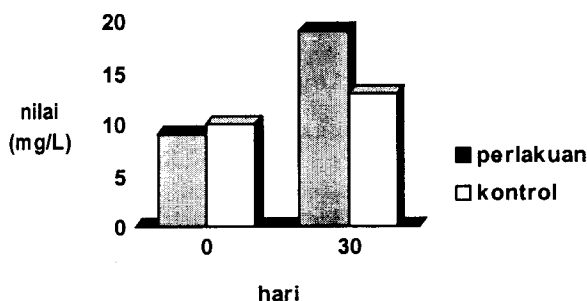
Gambar 1. Kadar rata-rata MDA plasma kelompok kontrol dan perlakuan sebelum dan setelah intervensi dengan minuman sari jahe selama 30 hari.

Vitamin E

Hasil analisis vitamin E kelompok perlakuan di awal intervensi mempunyai rata-rata sebesar 8,74 mg/L, setelah mengalami intervensi minuman jahe selama 30 hari, hasil analisa vitamin E menunjukkan rata-rata sebesar 19,4 mg/L. Dengan membandingkan kadar vitamin E pada hari ke-0 dan 30 terlihat peningkatan dari 8,74 mg/L menjadi 19,4 mg/L atau sebesar 121,97 %. Hasil analisis dengan uji T (*T-Test*) menunjukkan bahwa kenaikan rata-rata kadar vitamin E tersebut sangat nyata ($p < 0,01$).

Hasil analisis vitamin E kelompok kontrol pada hari ke-0 rata-rata sebesar 9,79 mg/L dan pada hari ke-30 kadar vitamin E rata-rata 11,84 mg/L. Hasil uji T menunjukkan bahwa perubahan kedua nilai rata-rata tersebut tidak secara nyata pada selang kepercayaan 95%. Dengan melihat kenaikan rata-rata kadar vitamin E pada kelompok perlakuan yang mencapai 121,97 % ($p < 0,01$) dibanding kelompok kontrol (Gambar 2), maka hal tersebut membuktikan bahwa intervensi minuman jahe

mampu menaikkan kadar rata-rata vitamin E plasma.

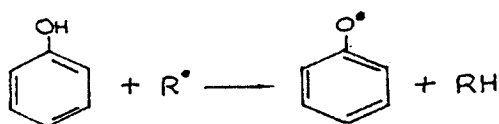


Gambar 2. Kadar rata-rata vitamin E kelompok perlakuan dan kontrol sebelum dan setelah intervensi dengan sari jahe selama 30 hari.

PEMBAHASAN

Pengaruh intervensi minuman jahe dalam penelitian ini terhadap kadar MDA dan vitamin E menghasilkan turunnya kadar rata-rata MDA plasma ($p < 0,01$) dan naiknya kadar rata-rata vitamin E plasma ($p < 0,01$). Mekanisme di atas dapat dijelaskan melalui aktivitas antioksidan alami yang terdapat dalam jahe, yaitu adanya senyawa-senyawa turunan fenol seperti gingerol, shogaol, zingeron, diarilheptanoid serta turunannya yang mampu bertindak sebagai antioksidan primer terhadap radikal lipid (Prangdimurti et al 1999 Nurahman et al, 1999).

Mekanisme reaksi antioksidan senyawa fenolik terjadi melalui pemberian atom hidrogen dari gugus hidroksil dengan cepat kepada radikal substrat (Gambar 3)



Gambar 3. Reaksi antioksidan fenol dengan radikal substrat.

Radikal antioksidan yang terbentuk dari mekanisme di atas cukup stabil atau secara sterik dicegah dari reaksi berikutnya, maka radikal antioksidan tersebut tidak akan bekerja sebagai suatu inisiator bagi reaksi berikutnya (Ranney, 1979). Kestabilan dari radikal antioksidan tersebut juga terjadi melalui delokalisasi elektron tidak berpasangan pada cincin aromatiknya berdasar reaksi isomerisasi.

Komponen-komponen bioaktif dalam jahe yang digolongkan sebagai antioksidan primer dan tokoferol dalam tubuh, kemungkinan besar akan bekerja bersama-sama sebagai pertahanan pertama terhadap serangan radikal bebas, terutama melindungi asam lemak tak jenuh yang sebagian besar terdapat pada membran sel, sehingga radikal tokoferol yang terbentuk dari oksidasi tokoferol akan berkurang. Hal tersebut kemungkinan besar menyebabkan kadar rata-rata tokoferol (vitamin E plasma) pada kelompok perlakuan meningkat lebih tinggi ($p < 0,01$) dibanding kelompok kontrol. Tokoferol (vitamin E) merupakan bagian struktural dari membran sel bersama-sama dengan asam lemak tak jenuh (Nabet, 1996), hal tersebut menjadikannya sebagai pertahanan pertama terhadap serangan radikal bebas.

Semakin bertambahnya kadar tokoferol (vitamin E) kelompok perlakuan dalam penelitian di atas, maka kemungkinan besar semakin besar radikal bebas yang dapat ditangkal dan makin rendah terjadinya peroksidasi lipid sehingga produk-produk peroksidasi lipid pun akan turun termasuk juga malonaldehida. Hal tersebut kemungkinan besar menyebabkan hasil uji regresi terhadap kadar MDA dan vitamin E pada penelitian ini menunjukkan adanya hubungan positif antara kenaikan vitamin E dan penurunan malonaldehida (MDA) plasma. Hal serupa juga dijumpai pada penelitian mengenai malonaldehida (MDA) dan vitamin E yang dilakukan oleh Kumendong (1996) dan Wijaya (1997) yang menunjukkan adanya hubungan positif antara penurunan kadar MDA plasma dan kenaikan kadar vitamin E plasma.

Hasil penelitian ini memperkuat hasil penelitian Prangdimurti et al (1999) dan Nurahman (1999) yang memperlihatkan kemampuan ekstrak jahe dalam menurunkan MDA limfosit tikus yang diberi minuman jahe dan MDA limfosit mahasiswa yang diberi perlakuan yang sama dengan penelitian ini.

KESIMPULAN

Populasi yang dijadikan responden dalam penelitian ini berjenis kelamin, kisaran usia, lingkungan dan pola hidup yang homogen. Dengan keadaan seperti itu diharapkan variasi atau keragaman yang ada dapat diperkecil.

Suplementasi minuman sebanyak segelas setiap hari dalam 30 hari mampu menurunkan malonaldehid (MDA) dan meningkatkan vitamin E plasma pada kelompok perlakuan secara nyata ($p < 0,01$), dibandingkan dengan kelompok kontrol. Hal tersebut dapat terjadi melalui reaksi antioksidan alami yang terdapat di dalam jahe dengan oksidan dalam tubuh, sehingga kerusakan oksidatif dalam tubuh dapat diturunkan atau ditekan. Dilain pihak vitamin E yang teroksidasi oleh oksidan juga makin berkurang.

DAFTAR PUSTAKA

- Association of Official Analytical Chemist.** 1984. Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemists, 14th ed. AOAC, Inc. Arlington, Virginia.
- Bird, R.P. dan Draper, H.H.** 1984. Comparative studies on different methods of malonaldehyde determination. *Methods in Enzimology* 105 : 299-304.
- Conti, M., Moramd, P.C., Levillain, P., dan Lemmonier, A.** 1991. Improve fluorometric determinant of malonaldehyde. *Am.J.Clin. Nutr* 53 : 314-321.
- Halliwel, B., Gutteridge, J.C.M. dan Cross, C.** 1992. Free Radical, Antioxidant and Human Diseases: Where are you know?. *J. Lab. Clin. Med.* 19: 598-620.
- Kikuzaki, H. dan Nobuji, N.** 1993. Antioxidant effect of some ginger constituents. *J. Food Sci.* 58 (6) : 1407-1410.
- Kumendong, E.** 1996. Kadar Malonaldehida dan Zat Gizi Antioksidan Pada Populasi Dewasa Rentan Pencemaran Makanan. Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor.
- Matsuda, T dan Jitoe, A.** 1995. Anti-inflamantory antioksidan from medicinal gingers : New complex curcuminoids from Zingiber cassumunar. Di dalam :Symposium on Natural Antioxidants; Molekular Mechanisms and Health Effects. Beijing. 20-24 Juni 1995.
- Nabet, F.B.** 1996. Zat gizi antioksidan penangkal senyawa radikal pangan dalam sistem biologis. Di dalam Prosiding Seminar Senyawa Radikal Bebas dan Sistem Pangan : Reaksi biomolekuler, dampak terhadap kesehatan dan penangkalan. Kerjasama PAU IPB dengan Kedutaan Besar Perancis. Zakaria, F., Dewanti, R., Yasni, S (ed). Jakarta. April 1996.
- Nurrahman. Zakaria F.R., Sanjaya dan Sayuthi D.** 1999. Pengaruh konsumsi jahe terhadap kadar MDA sel, CD3, CD4, paraquat pada mahasiswa di pesantren Ulil Albaab Kedung Badak Bogor. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pangan, PATPI & MENPANGAN
- Puspitasari-Nienaber, R.L., Rahayu, W.P. dan Andarwulan, N.** 1997. Sifat antioksidan dan antimikroba rempah-rempah dan bumbu tradisional. Diberikan pada Seminar Sehari "Khasiat dan Keamanan Pangan, Bumbu dan Jamu Tradisional", Bogor, 8 Maret 1997.
- Prangdimurti E, Zakaria F.R., Sayuthi D, Fardiaz S.** 1999 Efek perlindungan ekstrak jahe terhadap stres oksidatif pada limfosit tikus Prisiding Seminar Pangan Tradisional, Yogyakarta
- Ranney, M.W.** 1979. Antioxidants Recent Developments. Noyes Data Co.Park Ridge. New Jersey, USA.
- Wasowicz, W., Neve, J., Peretz, A.** 1993. Optimized Steps in Fluorometric Determination of Thiobarbituric Acid-Reactive Substance in Serum : Importance of Extraction pH and Influence of Sample Preservation and Storage. *Clin. Chem.* 39 : 2522-2526.
- Wijaya, A.** 1997. Ketersediaan Hayati Vitamin C dan E Dari Sayuran dan Buah-buahan Serta Fungsinya Sebagai Penurun Malonaldehida Plasma Pada Populasi Buruh Industri di Bogor. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Bogor.
- Zakaria, F. R.** 1996 a. Senyawa Radikal dalam dan oleh Bahan Pangan. Di dalam Prosiding Seminar Senyawa Radikal Bebas dan Sistem Pangan: Reaksi biomolekuler,dampak terhadap kesehatan dan penangkalan. Kerjasama PAU IPB dengan Kedutaan Besar Perancis. Zakaria, F., Dewanti, R., Yasni, S (ed). Jakarta. April 1996.
- Zakaria, F.R.** 1996 b. Peranan zat gizi dalam sistem kekebalan tubuh. *Bul. Teknol. Dan Industri Pangan.* 7(3) : 75-81.
- Zakaria, F.R dan Abidin, Z.** 1996. Kadar Malonaldehida dan Zat Gizi Antioksidan Plasma Pada Populasi Remaja Rentan Pencemaran Makanan. *Bul. Teknol dan Industri Pangan.* 7 (3) : 56-64.