

STUDI STABILITAS MINYAK KAPANG *Mucor inaequisporus* M05 II/4 KAYA ASAM GAMMA LINOLENAT SELAMA PENYIMPANAN

(STORAGE STABILITY OF OIL OF *Mucor inaequisporus* M05 II/4
RICH IN GAMMA LINOLENIC ACID)

Slamet Budijanto¹, Lilis Nuraida¹, dan Andries Susanto²

¹ Staf pengajar di Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Fateta, IPB

² Alumni Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Fateta, IPB

ABSTRACT

Analysis of *Mucor inaequisporus* M05 II/4 oil stability that was kept at 60C, was done including the values of peroxide, thiobarbituric acid (TBA), total oxydation and the content of gamma linolenic acid. Determination of peroxyde value that was carried out using both the iodometric and ferrythiocyanic methods, resulted in a positive correlation with correlation factor of 0.9727. The linear equation of this correlation was $y = 0.0361x + 0.1246$, where y was the absorbance value obtained by ferry thiocyanate method and x was the milliequivalent per kg.

During storage from 0 to 9 days, oil kept without the addition of antioxidants showed accelerated peroxyde value that was not accompanied by high TBA value as well as by dramatic decrease of gamma linolenic acid. After 9 days of storage, peroxyde value in the oil appeared to reach the maximum value, which was accompanied by the increase in malonaldehyde (MDA) and the decrease of gamma linolenic acid. Similar patterns were observed in oil added with antioxidants, but the increase of the peroxyde value was less. The result of antioxidant addition in the oil, showed that the mixture of α -tocopherol, ascorbic acid, citric acid and lecithin was more effective than α -tocopherol alone. The result of this research revealed that the higher the peroxyde and MDA value, the higher its total oxydation value.

PENDAHULUAN

Masalah penyakit kelebihan gizi banyak mendapat perhatian dari para ahli mengingat adanya perubahan pola konsumsi pangan pada beberapa golongan masyarakat Indonesia. Salah satu dampak yang ditimbulkannya adalah penyakit jantung koroner. Dewasa ini penyakit jantung koroner menempati posisi teratas sebagai penyebab utama kematian.

Salah satu cara yang dianjurkan untuk mengatasi penyakit jantung koroner adalah dengan lebih banyak mengkonsumsi asam lemak tak jenuh ganda karena dapat menurunkan kadar kolesterol dalam serum darah.

Kebanyakan asam lemak tidak jenuh ganda merupakan asam lemak essensial yang sangat dibutuhkan oleh tubuh tetapi tidak dapat disintesis sendiri oleh tubuh sehingga harus disuplai dari makanan sehari-hari.

Terdapat dua golongan asam lemak essensial. Golongan pertama disebut asam alfa linolenat (C19:3 n-3) yang juga dikenal sebagai asam lemak omega-3, dan golongan kedua disebut asam linoleat (C18:2 n-6) atau dikenal sebagai asam lemak omega-6.

Di dalam tubuh manusia, asam linoleat akan diubah menjadi asam γ -linolenat (C18:3 n-6) dengan bantuan enzim δ -6 desaturase (Bajpai dan Bajpai, 1993). Diet yang mengandung asam γ -linolenat telah

terbukti dapat meningkatkan kesehatan.

Melalui jalur bioteknologi, asam γ -linolenat dapat diproduksi oleh kapang dari ordo *Mucorales*. Salah satu spesies kapang ordo *Mucorales* yang dapat menghasilkan miselium atau minyak dengan kandungan asam γ -linolenat tinggi adalah *Mucor inaequisporus* M05 II/4 (Nuraida et al., 1995).

Selama masa penyimpanan, minyak yang banyak mengandung asam lemak tidak jenuh mudah mengalami kerusakan oksidatif. Hasil oksidasi primer dari proses oksidasi berupa peroksida yang bersifat reaktif dan labil sehingga mudah mengalami dekomposisi oleh proses polimerisasi atau isomerisasi membentuk persenyawaan aldehida dan asam lemak jenuh dengan berat molekul yang lebih rendah (Ketaren, 1986).

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari kestabilan minyak kapang *Mucor inaequisporus* M05 II/4 yang kaya kandungan asam γ -linolenat selama penyimpanan.

METODOLOGI

Kultur

Kapang *Mucor inaequisporus* M05 II/4 diperoleh dari badan Penelitian dan Pengembangan Mikrobiologi, LIPI, Bogor.

Metode

Persiapan Inokulum. Kapang ditumbuhkan pada agar miring PDA selama 5-7 hari. Spora kapang kemudian disuspensikan ke dalam larutan NaCl 0.85% sehingga mencapai konsentrasi 10^6 - 10^7 spora per ml.

Persiapan Medium. Komposisi medium mengacu pada komposisi medium Shaw yang dimodifikasi (1965). Komposisi medium berisi (g/L): molases (setara glukosa 30), dedak padi (10), KH_2PO_4 (5), $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (2.05). Bahan-bahan tersebut dilarutkan dan pH ditepatkan menjadi 5.0. Sebanyak 100 ml medium ditempatkan pada erlenmeyer 300 ml dan disterilisasi. Setelah dingin, diinokulasikan dengan 1% suspensi spora dan diinkubasikan pada suhu 25°C selama 7 hari dengan kecepatan 150 rpm.

Pemanenan Miselium. Dilakukan dengan menyaring medium dengan bantuan pompa vakum. Padatan yang tersaring dicuci dengan akuades dan dikeringkan. Selanjutnya padatan kering dihaluskan.

Ekstraksi Minyak. Sejumlah miselium halus dimasukkan dalam gelas piala dan ditambahkan pelarut heksana ke dalamnya. Lalu dihomogenisasi dan filtrat hasil ekstraksi disaring sebanyak 3 kali, sedangkan padatan yang tersaring diekstraksi kembali dengan sejumlah pelarut hingga 3 kali.

Pemurnian Minyak. Sampel minyak dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan arang aktif 2% (b/b). Tutup karet erlenmeyer diberi 2 lubang pipa dimana salah satu lubang pipa dihubungkan dengan gas N_2 , dipanaskan selama 1 jam dan akhirnya disaring.

Penyimpanan Minyak. Minyak yang telah dimurnikan dibagi menjadi 3 bagian. Bagian pertama tidak diberi penambahan antioksidan. Bagian kedua diberi penambahan α -tokoferol 200 ppm. Bagian ketiga diberi penambahan campuran α -tokoferol 0.1% (b/b), asam askorbat 0.02% (b/b), asam sitrat 0.02% (b/b), lesitin 0.2% (b/b). Ketiga bagian minyak tersebut disimpan pada suhu 60°C .

Pengamatan

Kadar Air (AOAC, 1984). Cawan kosong yang telah diketahui beratnya diisi dengan sejumlah sampel dan dikeringkan pada suhu 105°C . Setelah 5 jam, cawan yang berisi sampel ditimbang.

Kadar Lemak (AOAC, 1984). Sejumlah sampel yang terbungkus dalam kertas saring dimasukkan ke dalam labu lemak yang telah diketahui beratnya. Kemudian diletakkan pada alat ekstraksi Soxhlet dan direfluks. Setelah 5 jam, pelarut yang ada dalam labu lemak didistilasi. Selanjutnya labu lemak berisi lemak hasil ekstraksi dipanaskan pada suhu 105°C . Berat labu lemak

ditimbang hingga konstan.

Bilangan Peroksida (Metode Ferri Tiosianat) (Mitsuda et al., 1966). Sebanyak 50 μL sampel minyak dilarutkan dalam 2.35 ml alkohol 75%, dan ditambahkan 50 μL NH_4SCN 30% dan 50 μL FeCl_3 dalam HCl 3.5 mM. Selang 3 menit, diukur absorbansi pada $\lambda = 500 \text{ nm}$.

Bilangan Peroksida (Metode Iodometri) (AOAC, 1984). Sebanyak 5 gram sampel dilarutkan dalam 30 ml pelarut (asam asetat glasial : kloroform = 60% : 40%). Ditambahkan 0.5 ml KI jenuh dan didiamkan di ruang gelap. Lalu ditambah 30 ml air destilata dan kelebihan iod dititrasi dengan natrium tiosulfat. Dibuat pula penetapan blanko.

Penentuan Korelasi Bilangan Peroksida antara Metode Ferri Tiosianat dan Metode Iodometri. Beberapa sampel minyak goreng diukur secara duplo dengan menggunakan metode ferri tiosianat dan metode iodometri.

Bilangan Asam Tiobarbiturat (AOAC, 1990). Sebanyak 50-200 mg sampel diencerkan hingga 25 ml dengan 1-butanol. Kemudian 5 ml campuran tadi ditambah 5 ml larutan TBA 200 mg/100 ml 1-butanol. Dipanaskan pada suhu 90°C selama 2 jam. Setelah dingin, diukur absorbansi pada $\lambda = 532 \text{ nm}$.

Bilangan Total Oksidasi. Dihitung dari 2 X bilangan peroksida + bilangan TBA.

Analisis Asam Lemak. Sebelum dianalisa dengan kromatografi gas, asam lemak pada minyak kapang dimetilasi dulu. Asam margarat ($\text{C}_{17:0}$) digunakan untuk menghitung recovery ekstraksi dan ditambahkan sebagai standar internal. Asam lemak dimetilasi dengan larutan BF_3 - metanol (IUPAC, 1987 metode no. 2.301). Turunan metil ester dari asam lemak dipisahkan menggunakan kromatografi gas dengan kolom kapiler Carbowax 20M (30m, 0.25 mm i.d.), temperatur terprogram (140°C selama 20 menit, $140 - 230^\circ\text{C}$ dengan kenaikan 3°C per menit), detektor FID, dan gas carrier He. Identifikasi dilakukan dengan membandingkan pola pemisahan dengan senyawa standar (GLC Reference Standard No. 411 dan 74X, NuCheck Prep., Inc., USA) berdasarkan nilai-nilai RRT (*relative retention time*) dan ECL (*equivalent chain length*).

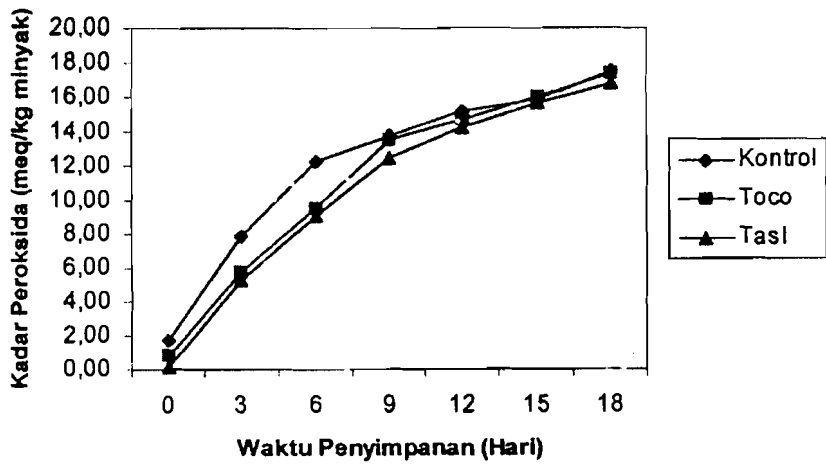
HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Miselium Kapang dan Minyaknya.

Miselium kapang yang diperoleh mempunyai kadar air sebesar 4.19% dan kadar lemak 10.48%. Komposisi asam lemak pada miselium kapang dapat dilihat pada Tabel 1.

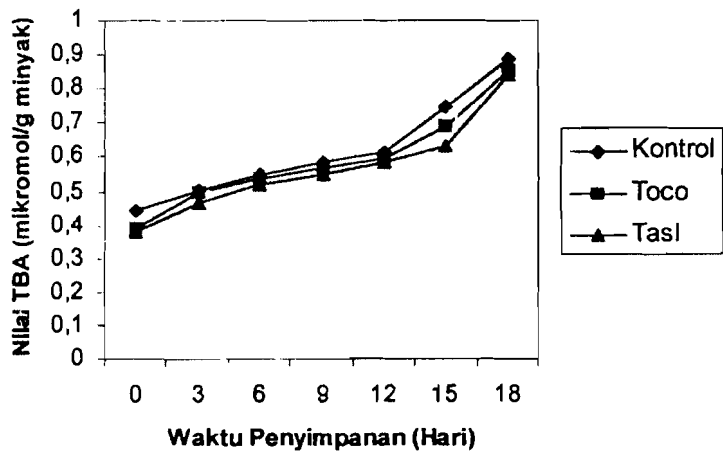
kenaikan kadar peroksida yang cukup tinggi namun laju kenaikan malonaldehida dan laju penurunan persentase asam γ -linolenat cukup rendah. Pada saat melewati penyimpanan 9 hari hingga 18 hari, laju kenaikan kadar malonaldehida maupun laju penurunan persentase asam γ -linolenat dikatakan cukup tinggi. Hal ini dikarenakan pada saat yang

sama laju kenaikan kadar peroksida mulai terlihat konstan dan hal ini dimungkinkan bahwa kadar peroksida pada minyak kapang sudah mencapai taraf maksimum. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2, 3, dan 4.



Keterangan :
kontrol = minyak tanpa penambahan antioksidan
toco = minyak diberi tokoferol 200 ppm
tasi = minyak diberi campuran tokoferol 0.1% (b/b), asam askorbat 0.02% (b/b), asam sitrat 0.02% (b/b), dan lesitin 0.2% (b/b).

Gambar 2. Grafik kadar peroksida selama penyimpanan pada suhu 60°C

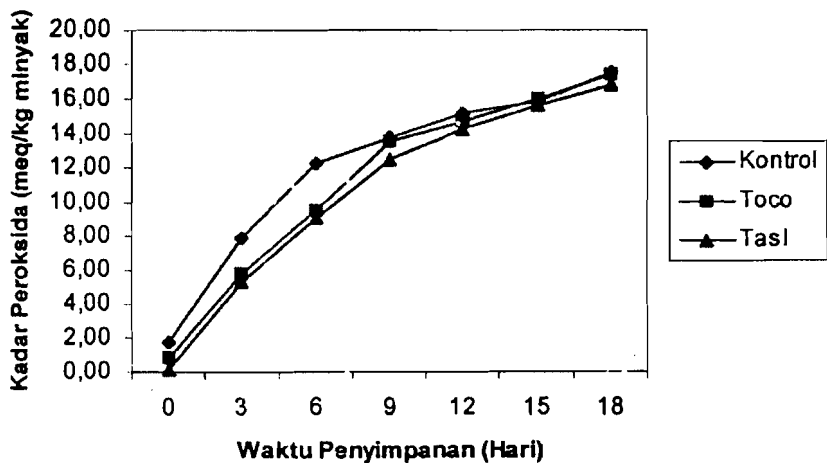


Keterangan:
kontrol = minyak tanpa penambahan antioksidan
toco = minyak diberi tokoferol 200 ppm
tasi = minyak diberi campuran tokoferol 0.1% (b/b), asam askorbat 0.02% (b/b), asam sitrat 0.02% (b/b), dan lesitin 0.2% (b/b).

Gambar 3. Kadar malonaldehida selama penyimpanan suhu 60°C

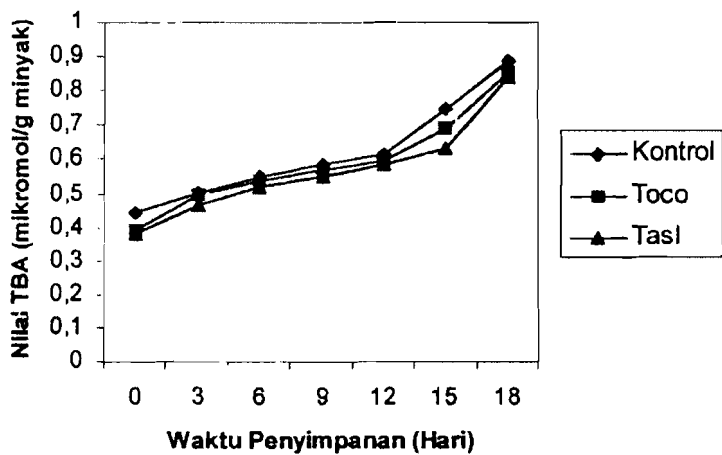
kenaikan kadar peroksida yang cukup tinggi namun laju kenaikan malonaldehida dan laju penurunan persentase asam γ -linolenat cukup rendah. Pada saat melewati penyimpanan 9 hari hingga 18 hari, laju kenaikan kadar malonaldehida maupun laju penurunan persentase asam γ -linolenat dikatakan cukup tinggi. Hal ini dikarenakan pada saat yang

sama laju kenaikan kadar peroksida mulai terlihat konstan dan hal ini dimungkinkan bahwa kadar peroksida pada minyak kapang sudah mencapai taraf maksimum. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2, 3, dan 4.



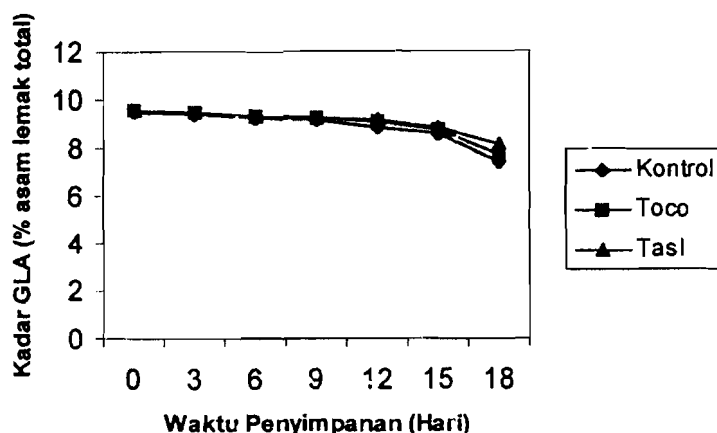
Keterangan :
kontrol = minyak tanpa penambahan antioksidan
toco = minyak diberi tokoferol 200 ppm
tasl = minyak diberi campuran tokoferol 0.1% (b/b), asam askorbat 0.02% (b/b), asam sitrat 0.02% (b/b), dan lesitin 0.2% (b/b).

Gambar 2. Grafik kadar peroksida selama penyimpanan pada suhu 60°C



Keterangan:
kontrol = minyak tanpa penambahan antioksidan
toco = minyak diberi tokoferol 200 ppm
tasl = minyak diberi campuran tokoferol 0.1% (b/b), asam askorbat 0.02% (b/b), asam sitrat 0.02% (b/b), dan lesitin 0.2% (b/b).

Gambar 3. Kadar malonaldehida selama penyimpanan suhu 60°C

**Keterangan:**

kontrol = minyak tanpa penambahan antioksidan

toco = minyak diberi tokoferol 200 ppm

tasl = minyak diberi campuran tokoferol 0.1% (b/b), asam askorbat 0.02% (b/b), asam sitrat 0.02% (b/b), dan lesitin 0.2% (b/b).

Gambar 4. Persentase asam linolenat selama penyimpanan suhu 60°C

Semakin tinggi kadar peroksida dan malonaldehida, maka bilangan total oksidasi yang diperoleh akan semakin tinggi pula.

Hal yang sama juga terjadi pada minyak yang diberi penambahan antioksidan α -tokoferol 200 ppm ataupun campuran α -tokoferol 0,1% (b/b), asam askorbat 0.02% (b/b), asam sitrat 0.02% (b/b), dan lesitin 0.2% (b/b). Namun dengan adanya penambahan antioksidan, laju kenaikan peroksida lebih rendah dibandingkan dengan minyak tanpa antioksidan.

Dilihat dari penambahan antioksidan maka campuran α -tokoferol 0.1% (b/b), asam askorbat 0.02% (b/b), asam sitrat 0.02% (b/b), dan lesitin 0.2% (b/b) lebih efektif dalam menghambat terjadinya oksidasi dibandingkan dengan penambahan α -tokoferol saja. Hal ini dikarenakan adanya efek sinergisme antara α -tokoferol dengan asam sitrat.

KESIMPULAN

Stabilitas minyak kapang sangat dipengaruhi oleh kandungan asam γ -linolenat yang sangat mudah teroksidasi selama penyimpanan. Semakin lama penyimpanan, maka kadar peroksida akan semakin tinggi dan pada suatu saat akan mencapai maksimum. Demikian juga halnya dengan malonaldehida yang semakin tinggi dan persentase asam gamma linolenat yang semakin menurun.

Penambahan antioksidan dapat menghambat dan atau memperlambat terjadinya suatu proses oksidasi.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 1984. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist, 14th ed. AOAC, Inc., Washington.
- AOCS. 1990. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, 14th ed., Am. Oil Chem. Soc., Champaign, Illinois.
- Apriyantono, A., D. Fardiaz, N.L. Puspitasari, Sedarnawati, dan S. Budijanto. 1988. Analisis Pangan. IPB, Bogor.
- Bajpai, P. dan P. K. Bajpai. 1993. Eicosapentaenoic acid production from microorganism : a review. J. of Biotechnol. 30:161-183.
- IUPAC. 1987. Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives, 7th ed. International Union of Pure and Applied Chemistry, Commission on Oils, Fats and Derivatives, Blackwell Scientific Publications, Oxford, England.
- Ketaren, S. 1986. Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. UI Press, Jakarta.
- Nuraida, L., N.L. Puspitasari, Winarno, G.A. Swandoko, dan F. Kusnandar. 1995. Pengaruh asam γ -linolenat oleh kapang *Mucor inaequisporus* M05 II/4. Bul. Teknol. dan Industri Pangan. Vol. VI no. 3.
- Nuraida, L., N.L. Puspitasari, Winarno, G.A. Swandoko, dan A. Rahman. 1996. Pengaruh kondisi fermentasi terhadap produksi minyak

- kapang *Mucor inaequisporus* M05 II/4. Bul. Teknol. dan Industri Pangan. Vol. VII no.1.
- Ratledge, C. 1988.** Biotechnology of oil and fats. Di dalam Ratledge, C. dan S.G. Wilkinson (Eds). Microbial Lipids. Vol. 2. Academic Press, London.
- Shaw, R. 1965.** The occurrence of γ -linolenic acid in fungi. Biochemical at Biophysica Acta 98: 230-237.
- Weiss, T.J. 1983.** Food Oils and Their Uses. AVI Publ. Co. Inc., Westport, Connecticut.

INFORMASI SEMINAR DAN PAMERAN

23-26 Januari 2001

10 th Anniversary of the International Food Science Center A/S, "Consumer Health-A Challenge to the Lipid Industry. "SAS Radisson Scandinavia Hotel Aarhus. Contact Elsebeth Bisbo, IFSC A/S, P.O. Box 44, Sonderskovvej 7, DK-8520 Lystrup, Denmark
Tel: +45-86-22-99-86; Fax+45-86-22-99-96,
e-mail:ifsc@image.dk.

2-4 Februari 2001

1st World Congress on Fetal Origins of Adult Diseases. The Oberoi Towers, Mumbai, India. Contact: Alifiya S. Motiwala, SNEHA/MRC Secretariat, c/o Centre for the study of Social Change, MN Roy Human Development Campus, Plot 6, Block F, Opp. Gov't. Colony, Bldg. 326, Bandra (East), Mumbai 400 051, India. Tel: +91-22-6516439,
Fax+ 91-22-6516438,
e-mail: msc@vsnl.com

14-16 Maret 2001

Foodchain 2001 Conference Uppsala, Sweden SLU Conference Service, PO Box 7059, S-750 07 Uppsala, Sweden Tel: +46 18 67 10 03 Or + 46 18 6715 33
Fax: + 46 18 67 35 30
E-mail:foodchain2001@slu.se
Internet:http://www.service.slu.se/conference

25-30 Maret 2001

XIIth International Meeting on Radition Processing-creating a bridge to the 3rd millenium Avignon, France Thomson-CSF Linac, Dr Theos SADAT, Parc Technologique, Germini II, Route de l'Orme, 91195 Saint Aubin Cedex, France
Tel: + 33 (1) 69 35 24 00
Fax: + 33 (1) 60 19 10 32
E-mail: thomlinac@aol.com

28-30 Maret 2001

Int'l. Institute of Refrigeration, Rapid Cooling of Food. University of Bristol, United Kingdom. Contact Conference Organiser, FRPERC, Univ. of Bristol, Churchill Bldg., Langford, Bristol BS40 5DU, United Kingdom Tel: +44-117-928-9239,
Fax:+44-117-928-9314,
e-mail:frperc-conf@bristol.ac.uk

3-5 April 2001

F1 Asia-China. International exhibition and conference on food ingredients, semi-finished products, product development and quality control, Shanghai, China. Contact : Ivonne Twigt, Miller Freeman BV, Tel: +31 346 559444,
Fax: +31 346 573811, e-mail: Roudejans@unmf.com,
web: www.fi.events.com/asia

22-27 April 2001

11 th World Congress of Food Science and Technology: Paradigm Shift- Harmonization of Eastern and Western Food Seoul, Korea,
Congress Secretariat, 11 th World Congress of Food Sience and Technology, c/o Korean Society of Food Sience & Technology,
635-4 Yeoksam-Dong, Kangnam-Ku,
Seoul 135-703, Korea,
Tel: + 82 (2) 566 0130
Fax: + 82 (2) 553 8453
e-mail: congress2001@seoul.kosfost.or.kr,
web:www.congress2001.or.kr
Internet: http://www.congress2001.or.kr

16-18 Mei 2001

IFIA Japan 2001: The Future of Food in the 21st Century. Tokyo International Exhibition Centre, Tokyo, Japan. Contact E.J. Krause & Associates, Inc. at + 301 493 5500, Fax + 301 493 5705
e-mail: hart@ejkrause.com, web:www.ejkrause.com

22-24 Mei 2001

FI Asia. International exhibition and conference on food ingredients, semi-finished products, product development and quality control, Singapore. Contact: Ivonne Twigt, Miller Freeman BV,
Tel: +31 346 559444, Fax: +31 346 573811,
e-mail:Roudejans@unmf.com
web:www,fi-events.com/asia.

3-6 Juni 2001

2001 CIFST Annual Meeting and Exhibition
Toronto, Canada
Robin Flockton, CIFST PO Box 152, Apple Hill, Ontario, Canada K0C 1B0
Tel: +1 (613) 525 2833
Fax: +1 (613) 525 4328
E-mail flockton@cifst.ca

23-27 Juni 2001

Institute of Food Technologists (IFT) Annual Meeting, Morial Convention Center, New Orleans, Louisiana, USA. Contact: IFT, 221N. LaSalle Street, Suite 300, Chicago, Illinois, USA 60601-1291.
Tel: +1312 7828424
Fax: +13127828348
e-mail: info@ift.org
Internet: www.ift.org

6-13 Juli 2001

International Workshop and Mini-Symposium on Rapid Methods and Automation in Microbiology XXI, Kansas, USA. Contact: Daniel Fung, Workshop Director, Kansas State University, Animal Science and Husbandry, 139 Call Hall, Manhattan, Kansas, 66506-1600, USA, Tel: + 785 532 5654,
Fax: + 785 532-5681
e-mail: dfung@oznet.ksu.edu.

27-31 Agustus 2001

17th IUNS International Congress of Nutrition 2001 on Modern Aspects of Nutrition- Present Knowledge and future Perspectives, Vienna, Austria. Contact: Dr. I. Elmadfa, Institute of Nutritional Sciences, Althanstrasse 14, A-1090 Vienna, Austria,
Tel: +431 31 3368123,
Fax: + 43131336-773,
e-mail: ibrahim.elmadfa@univie.ac.at.

26-28 September 2001

Analysis, Uptake and Metabolism of Biologically Active Phytochemicals. Institute of Food Research, Norwich, UK Dr John Gibson, Burlington House, Piccadilly, London, W1V 0BN, UK
Tel: + 44 (0) 20 7437 8656
Fax: + 44 (0) 20 7734 1227
E-mail: Conference@rsc.org
Internet: Http://www.rsc.org/lap/rsccom/dab/ana001.htm

26-18 September 2001

EUROFOODCHEM XI
Norwich, UK. Royal Society of Chemistry, Burlington House, Piccadilly, London W1V 0BN, UK
Tel: + 44 (0) 20 7437 8656
Fax: + 44 (0) 20 7734 1227
E-mail: conference@rsc.org
Internet:
http://www.rsc.org/lap/confs/eurofoodchemxi.htm

17-19 Oktober 2001

International Symposium on Functional Foods- scientific and global perspectives Paris, France
Dr Laura Contor, ILSI Europe, Avenue E. Mounier, 83-Box 6, B-1200 Brussels, Belgium

Tel: +32 (2) 771 00 14
Fax: +32 (2) 762 00 44
E-mail: Functional.sympo@ilsieurope.be
Internet: www.ilsio.org

4-8 November 2001

85th Annual Sessions of the IDF Auckland, New Zealand International Dairy Federation, 41 Square Vergote, 1030 Brussels, Belgium
Tel: + 322 733 9888
Fax: + 322 733 0413
E-mail: info@fil-idf.org
Internet :http://www.fil-idf.org

5-7 November 2001

FI Europe. International exhibition and conference on food ingredients, semi-finished products, product development and quality control, London, UK. Contact: Ivonne Twigt, Miller Freeman BV.
Tel: + 31 346 559444,
Fax: + 31 346 573811,
e-mail : mbos@unmf.com, web: www.fi-events.com/hi

13-17 November 2001

2nd IUPAC- International Symposium on Sweeteners: Comprehensive Studies on Developments in the 21st Century, Hiroshima, Japan. Contact: 2nf IUPAC-ISS Secretariat, c/o Prof. Kazuo Yamasaki, Institute of Pharmaceutical Science, Faculty of Medicine, Hiroshima University, Hiroshima 7348551, Japan,
Tel: + 81 82 257 5285,
Fax: + 81 257 5289,
e-mail: yamasaki@pharm.hiroshima-u.ac.jp,
web: http://hey.to/iss/

27-29 November 2001

FI Central Eastern Europe, Moscow, Rusia. International exhibition and conference on food ingredients, semi-finished products, product development and quality control. Contact: Ivonne Twigt, Miller Freeman BV,
Tel: +31 346 559444,
fax: + 31 346 573811,
e-mail: Roudejans@unmf.com,
web: www.fi-events.com/cee

5-7 Maret 2002

Functional Foods 2002. Netherlands Congress Centre, Den Haag, Netherlands. Contact: Fiona Angus at Leatherhead Food Research Association, Randalls Road, Leatherhead, Surrey, KT227RY, United Kingdom, Tel: +441 372 376761,
Fax: + 44 1372 386 228