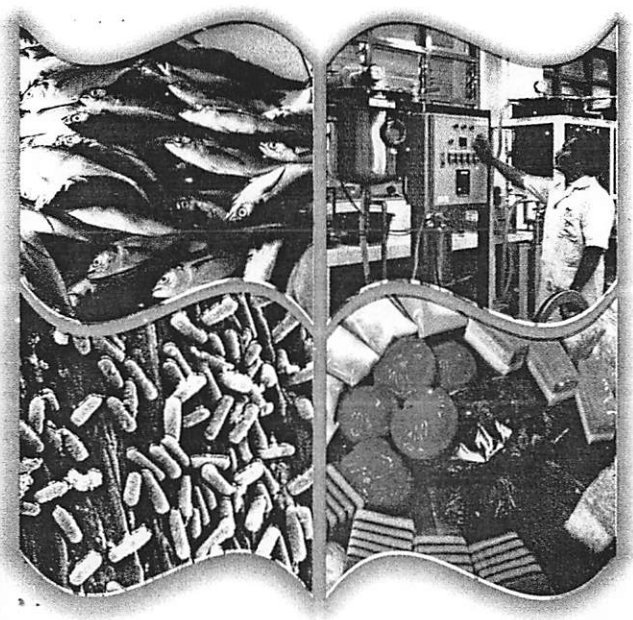


PROSIDING

Seminar Nasional PATPI
Yogyakarta, 2-3 Agustus 2006

Pengembangan Teknologi Pangan untuk Membangun Kemandirian Pangan



Diselenggarakan oleh:
Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia
bekerjasama dengan
Jurusan Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian - Universitas Gadjah Mada
Pusat Studi Pangan dan Gizi - Universitas Gadjah Mada
didukung oleh
PT. ISM Bogasari Flour Mills

PROSIDING

Seminar Nasional PATPI
Yogyakarta, 2-3 Agustus 2006

Pengembangan Teknologi Pangan untuk Membangun Kemandirian Pangan

Kelompok Gizi dan Kesehatan



Diselenggarakan oleh:
Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia
bekerjasama dengan
Jurusan Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian - Universitas Gadjah Mada
Pusat Studi Pangan dan Gizi - Universitas Gadjah Mada
didukung oleh
PT. ISM Bogasari Flour Mills

Prosiding ini diterbitkan sebagai kumpulan makalah ilmiah yang disampaikan pada acara Seminar Nasional dan Kongres PATPI 2006, baik presentasi lisan atau poster yang diselenggarakan pada tanggal 2-3 Agustus 2006 di Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Seminar ini merupakan pertemuan rutin tahunan PATPI, sedangkan kongres diadakan untuk membentuk pengurus baru PATPI periode mendatang. Tema seminar dan kongres kali ini adalah "Pengembangan Teknologi Pangan untuk Membangun Kemandirian Pangan", sebagai respon issue relevan yang sedang berkembang, dengan maksud bisa mendorong terjadinya interaksi antar ahli teknologi pangan dan segenap pemangku kepentingan industri pangan serta pemangku kebijakan, dalam rangka mengatasi persoalan di bidang pangan.

Untuk mempermudah dalam pengorganisasiannya, makalah-makalah yang masuk dikelompokkan menjadi 5, yaitu:

- A. Kimia dan Biokimia
- B. Gizi dan Kesehatan
- C. Mikrobiologi dan Bioteknologi
- D. Rekayasa dan Teknologi Pengolahan
- E. Sosial dan Ekonomi Pangan

Isi makalah yang dimuat tidak mengalami perubahan yang substansial, hanya bersifat teknis seperti tata lay out, penyeragaman format dan perubahan ringan lainnya. Maka dari itu isi yang terkandung dalam tulisan tetap menjadi tanggung jawab masing-masing penulisnya.

Prosiding Seminar Nasional dan Kongres PATPI 2006 ini dapat terbit tepat waktu berkat kerjasama yang baik antara panitia penyelenggara dan peserta seminar yang berkontribusi aktif mengirimkan makalahnya. Panitia penyelenggara juga mengucapkan terima kasih kepada semua peserta seminar, pengurus PATPI, sponsor dan semua pihak yang mendukung kesuksesan terselenggarakannya seminar hingga penerbitan prosiding.

Semoga prosiding ini dapat bermanfaat bagi kita semua sebagai media komunikasi ilmiah, penambah wawasan, dan juga sebagai sumber pemikiran untuk pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang pangan. Meskipun panitia telah bekerja semaksimal mungkin untuk penerbitan prosiding ini, namun demikian segala kritik dan saran yang membangun akan kami terima dengan senang hati, dan utamanya semoga bisa menjadi bahan perbaikan bagi kegiatan serupa di masa mendatang.

Yogyakarta, 2 Agustus 2006
Ketua Panitia

Dr. Yudi Pranoto

Daftar Isi Makalah

No.	Judul Makalah	Penulis	Halaman
1	Pengaruh Konsumsi Gel dan Larutan Rumput Laut <i>Gracillaria verrucosa</i> terhadap Lipid Darah	Hardoko, J.A. Sumardi dan Erni Wulan Agustin	G1–10
2	Kapasitas Antioksidan dan Hipokolesterolemik Ekstrak Daun Suji	Endang Prangdimurti, Deddy Muchtadi, Made Astawan dan Fransiska R. Zakaria	G11–20
3	Faktor Determinan Sifat Hipoglikemik Kacang Merah (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	Y. Marsono, P. Wiyono dan Zuheid Noor	G21–32
4	Analisis Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daging Buah Terong 'Pucuk' (<i>Solanum macrocarpon</i> L)	Elmeizy Arafah, Kiki Yuliati dan Melianora	G33–41
5	Potensi Serat Pangan Ubi Jalar (<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam) sebagai Penghasil Butirat untuk Mencegah Kanker	Eni Harmayani, Y. Marsono, Sismindari, Ira Budi Astuti dan Darimiyya Hidayati	G42–49
6	Studi Ekstraksi Komponen Bioaktif Daun Dewa (<i>Gynura procumbens</i> Merr.) sebagai Penangkap Radikal Bebas (Kajian Berdasarkan Cara Pengeringan dan Jenis Pelarut)	Sukardi dan Ika Herawati	G50–58
7	Pengaruh Konsumsi Ekstrak Antioksidan Kacang Merah (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) terhadap Sistem Pertahanan Antioksidan pada Model Tikus Diabetes Hiperkolesterolemia	Y. Marsono, Ratu Safitri dan Dian Rachmawati	G59–72
8	Fermentabilitas Komponen Pembentuk Gel Cincin Hijau (<i>Premna oblongifolia</i> Merr.) <i>in vitro</i>	Suharyono AS., Samsu U. Nurdin dan Samsul Rizal	G73–79
9	Potensi Teh Hijau, Jahe dan Kulit Mengkudu Instan sebagai Minuman Kesehatan	Nunuk Siti Rahayu dan Aniek Wulandari	G80–87
10	Bahan Pangan Tinggi Purin Pengaruhnya Terhadap Indikator Biokimia dan Fisiologi Tikus Percobaan	Rina Yentrina	G88–96
11	Keamanan Pewarna dan Pemanis pada Manisan Mangga di Sekolah Dasar di Kota Semarang	Ch. Retnaningsih, Lindayani dan Gemitha R.	G97–105
12	Pemanfaatan Singkong sebagai Suatu Alternatif Penganekaragaman Pangan untuk Makanan Formula Penderita Autisme	Eva Yuniritha, M. Husni Thamrin, Marni Handayani dan Wiwit Estuti	G106–115
13	Dampak Pemberian Biskuit Konsentrat Protein Ikan dan Probiotik pada Pertumbuhan Anak Balita	Fredrik Rieuwpassa, Clara M.Kusharto dan Made A.	G116–126
14	Pemanfaatan <i>Okara</i> Pada Beberapa Produk Pangan untuk Memperkaya Serat Makanan	Joek Hendrasari Arisasmita	G127–131
15	Aktivitas Penangkapan Radikal Bebas DPPH (<i>1,1-Diphenyl, 2-Picrylhidrazyl</i>) Beberapa Produk Teh Celup Indonesia	Nana Sutisna Achyadi, Dadan Rohdiana dan Liyana Gustalina	G132–137
16	Studi Kandungan dan Aktivitas Feofitin a Teh Hijau (<i>Camelia sinensis</i> (L) Kuntze) sebagai Antioksidan	Ratna Ida Santi, Hartati Soetjipto dan Leenawaty Limantara	G138–144

Daftar Isi Makalah

No.	Judul Makalah	Penulis	Halaman
17	Aktivitas Antioksidan dan Kadar Fenolik Total dari Asam Fenolik Teh Herbal	Yohanes Martono dan Lusiawati Dewi	K145–152
18	Aktivitas Antioksidan dan Kadar Fenolik Total dari Asam Fenolik Teh Kombucha	Yohanes Martono dan Lusiawati Dewi	K153–160
19	Potensi Komponen Pembentuk Gel Daun Cincau Hijau (<i>Premna oblongifolia</i> Merr.) sebagai Serat Pangan dibandingkan dengan Inulin dan Selulosa	Nurdin, S.U., Samsul Rizal dan Suharyono AS	K161–169
20	Aktivitas Antioksidan dan Penghambatan Pembentukan Malonaldehidida Dari Ekstrak Kayu Secang (<i>Caesalpinia sappan</i> L.) pada Bungkil Kacang Tanah Selama Penyimpanan	Ratu Safitri dan Wahyu Widowati	K170–184

Aktivitas Antioksidan dan Penghambatan Pembentukan Malonaldehida dari Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L.) pada Bungkil Kacang Tanah Selama Penyimpanan

RATU SAFITRI¹ DAN WAHYU WIDOWATI²

[¹ FMIPA, Universitas Padjadjaran, Bandung, ² LP2IKD-FK Universitas Kristen Maranatha, Bandung, e-mail: wahyu_w60@yahoo.com]

ABSTRACT

The researchs were done to find out the activity of sappan wood extract as antioxidant to scavenge anion superoxide (Superoxide dismutase) and to inhibit the malonaldehida (MDA) forming on pressed peanut cake during 60 days storage. This researchs consist of sappan wood extract at level of 0; 2.5; 5; 7.5; 10% and a single concentration BHTof 0.1 % and a single concentration sodium benzoate of 0.1% as comparison. The superoxide dismutase (SOD) activity and the MDA forming on pressed peanut cake were determined at 0; 15; 30; 45 and 60 days storage.

The result of SOD activity showed that concentration hiking sappan wood extract will increase and inhibit the decreasing SOD on pressed peanut cake during storage. Sappan wood extract at level of 7.5 and 10 % more effective than BHT of 0.1 % and sodium benzoate of 0.1 % to increase and maintain the decreasing SOD on pressed peanut cake during 60 days storage.

The result of antioxidant activity to inhibit the MDA forming showed that sappan wood extract capable to inhibit the increasing of thiobarbituric acid reactive substabces (TBA-RS) value on pressed peanut cake during storage. Sappan wood extract at level of 7.5 and 10 % more effective than BHT of 0.1 % and sodium benzoate of 0.1 % to maintain the increasing of TBA-RS value during 60 days storage.

Key words : sappan wood extract, pressed peanut cake, TBA-RS, MDA

PENDAHULUAN

Bungkil kacang tanah sebagai salah satu sumber bahan pangan atau pakan mempunyai nilai gizi cukup tinggi yaitu mengandung mempunyai nilai gizi cukup tinggi yaitu mengandung 37,4 % protein, 13 % lemak, 12 % serat kasar, 6,2 % air dan 2800 kkal/kg energi metabolis (Supriyono dan Gandapraptiyana. 1997), menurut Widowati (2004) bungkil kacang tanah mengandung protein dan lemak yang tinggi yaitu 23,96 % lemak dan 30,85 % protein, dengan demikian bungkil kacang tanah mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai makanan sumber protein nabati. Namun dibalik keunggulan bungkil kacang tanah ini tidak tahan disimpan lama, karena kandungan lemaknya masih cukup tinggi, sehingga mudah tengik dan merupakan sasaran kontaminasi berbagai fungi, diantaranya yang paling sering ditemukan selama penyimpanan adalah fungi *fungi Aspergillus flavus*, selanjutnya *Aspergillus glaucus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Gliocladium*, *Cladosporium sp* (Anggrahini, 1991; Makfoeld, 1993). *Aspergillus flavus* termasuk salah satu jenis fungi yang paling sering mengkontaminasi berbagai macam bahan pangan maupun pakan diantaranya kacang tanah dan hasil olahannya (Anggrahini, 1991). Fungi

yang mengkontaminasi mampu menghasilkan enzim lipase yang dapat mempercepat hidrolisis lemak dan menghasilkan asam lemak bebas, sehingga mengakibatkan ketengikan (*rancidity*), dan kualitas bungkil kacang tanah menjadi rendah, tidak dapat disimpan lama, bahkan tidak dapat dimanfaatkan sama sekali (Ketaren, 1986). Fungi *A. flavus* dan fungi kontaminan lainnya mampu menghasilkan enzim hidrolisis (lipase, protease, amilase), enzim oksidatif (lipoksidase) dan toksin pada kacang tanah maupun bungkil kacang tanah sehingga mempercepat kerusakan bungkil kacang tanah (Ketaren, 1986; Simic, 1991; Makfoeld, 1993; Pokorny *et al.*, 2001).

Fungi kontaminan pada bungkil kacang tanah dapat menghasilkan berbagai macam mikotoksin yang memproduksi radikal bebas diantaranya anion superoksida ($O_2^{\bullet -}$) yang dapat menyebabkan pembentukan radikal bebas lainnya antara lain radikal bebas hidroksil ($^{\bullet}OH$) yang dapat mengoksidasi berbagai molekul bahan pangan ataupun pakan terutama lemak tidak jenuh sehingga mengakibatkan pembentukan lipid hidroperoksida dan menyebabkan ketengikan (*rancidity*), dan kualitas bungkil kacang tanah menjadi rendah, tidak dapat disimpan lama, menyebabkan kerusakan pada bungkil kacang tanah dan berbahaya bila dikonsumsi (Ketaren, 1986; Shen *et al.*, 1995; Pokorny *et al.*, 2001).

Kandungan lemak kacang tanah yang tinggi mencapai sekitar 46 – 52% dan sebagian besar lemak dalam bentuk asam lemak tidak jenuh (Poly Unsaturated Fatty Acid) sekitar 42,3 – 61,1% yaitu terdiri dari asam oleat dan asam linoleat (Ketaren, 1986, de Man, 1997). Hal ini berpengaruh langsung terhadap hasil ikutan kacang tanah yaitu bungkil kacang tanah. Tingginya kadar asam lemak tidak jenuh dalam bahan pangan atau pakan mempercepat oksidasi sehingga akan mempercepat kerusakan bungkil kacang tanah (Papas, 1999; Shahidi, 1999).

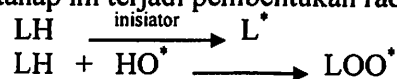
Untuk mengurangi oksidasi lipid pada bungkil kacang tanah dapat ditambahkan bahan pengawet yang bersifat antioksidan yang mampu menyumbangkan antioksidan dalam memerangkap radikal bebas $O_2^{\bullet -}$ serta mampu menghambat pembentukan malonaldehida (MDA).

Senyawa antioksidan dari bahan alam mempunyai kelebihan dibandingkan dengan bahan sintetik. Antara lain mengandung residu yang lebih mudah terdegradasi secara alami. Senyawa antioksidan dari bahan alam umumnya diperoleh dari tumbuh-tumbuhan, terutama pada sayuran, buah-buahan, rempah-rempah dan tumbuhan obat. Salah satu tumbuhan yang berpotensi sebagai antioksidan adalah secang karena mengandung flavonoid (Wijayakusuma *et al.*, 1996; Safitri, 2002).

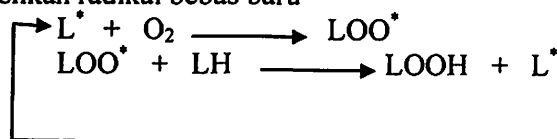
Radikal bebas

Asam lemak tidak jenuh yang merupakan komponen sel sangat rentan terhadap autooksidasi, reaksi meliputi tiga tahap reaksi yaitu tahap inisiasi, propagasi, terminasi (Shahidi, 1999; Papas, 1999; Hochgraf *et al.*, 2000; Pokorny *et al.*, 2001):

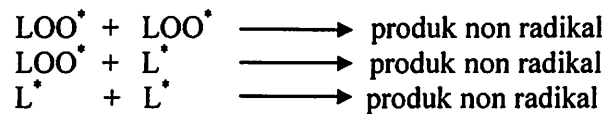
1. Tahap inisiasi : pada tahap ini terjadi pembentukan radikal bebas



2. Tahap propagasi : pada tahap ini radikal bebas lipid sangat reaktif mengalami propagasi dan menghasilkan radikal bebas baru



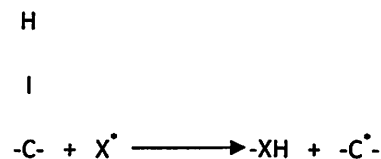
3. Tahap terminasi : pada tahap ini reaksi dari 2 radikal bebas menghasilkan produk yang stabil



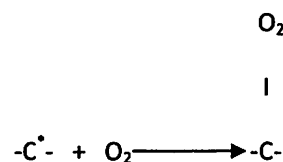
Autooksidasi akan menyebabkan produk bahan pangan atau pakan menjadi mudah tengik dan menghasilkan radikal bebas. Radikal bebas yang dihasilkan pada tahap inisiasi akan bereaksi dengan asam lemak tidak jenuh pada tahap propagasi dan menghasilkan radikal bebas lagi sehingga jumlah radikal bebas semakin tinggi (Papas, 1999; Shahidi, 1999, Halliwell dan Gutteridge, 1999; Pokorny *et al.*, 2001).

Komponen terpenting membran sel adalah fosfolipid, glikolipid dan kolesterol. Fosfolipid dan glikolipid mengandung PUFA yang sangat rentan terhadap serangan radikal bebas, terutama radikal hidroksil yang dapat menimbulkan reaksi berantai yang disebut peroksidasi lipid (Halliwell, 1994; Wu dan Squires, 1997; Halliwell dan Gutteridge, 1999; Hochgraf *et al.*, 2000) :

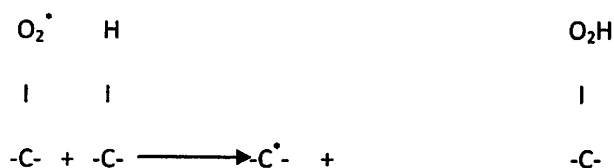
1. ROS akan menarik atom H dari samping PUFA



2. Radikal karbon akan bereaksi dengan oksigen



3. Radikal peroksil yang terbentuk akan menyerang rantai PUFA lagi untuk membentuk radikal karbon baru :



Reaksi berantai dari PUFA akan berlanjut terus akhirnya adalah terputusnya rantai asam lemak menjadi berbagai senyawa yang bersifat toksik terhadap sel antara lain aldehida seperti malondialdehida (MDA), 9-hidroksinonenal, berbagai hidrokarbon seperti etana (C₂H₆) dan pentana (C₅H₁₂) (Angelo, 1992; Favier, *et al.*, 1995; Papas, 1999; Shahidi, 1999).

Produk pangan atau pakan dapat mengalami kerusakan karena proses kimiawi, bila produk pangan atau pakan kontak dengan atmosfer maka akan terjadi oksidasi yang akan mengakibatkan lipid menjadi tengik sehingga produk pangan atau pakan menjadi tidak

layak konsumsi, merusak vitamin larut lipid (A,D,E,K) dan potensial toksik bila dikonsumsi (Angelo, 1992; Shahidi, 1999; Provet, 2002).

Peroksidasi lipid merupakan salah satu bentuk dari kerusakan sel yang disebabkan mikotoksin pada bahan pangan dan pakan. Salah satu toksin yaitu okhratoksin ternyata dapat memproduksi radikal hidroksil, meningkatkan peroksidasi lipid dan terbentuknya MDA (Hoehler *et al* ; 1997; Hoehler *et al.*, 1998).

1.2. Antioksidan

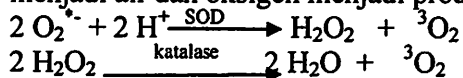
Menurut Auroma (1994) antioksidan adalah suatu senyawa yang dapat mencegah atau menghambat oksidasi substrat, walaupun dalam kadar rendah dibandingkan dengan substratnya.

Antioksidan sangat bermanfaat bagi kesehatan dan berperan penting untuk mempertahankan mutu produk pangan. Berbagai kerusakan seperti ketengikan, perubahan nilai gizi, perubahan warna dan aroma, serta kerusakan fisik lain pada produk pangan karena oksidasi dapat dihambat oleh antioksidan (Shahidi, 1999; Pokorny *et al.*, 2001).

Berdasarkan sumbernya antioksidan dibagi dalam dua kelompok, yaitu antioksidan sintetik (antioksidan yang diperoleh dari hasil reaksi kimia) dan antioksidan alami (antioksidan hasil ekstraksi bahan alam) (Fardiaz, 2001; Pokorny *et al.*, 2001).

Diantara beberapa contoh antioksidan sintetik yang diijinkan untuk makanan, ada lima antioksidan yang penggunaannya meluas dan menyebar diseluruh dunia, yaitu butylated hydroxytoluen (BHT), butylated hydroxyanisol (BHA), tertiary butylhydroquinone (TBHQ) dan tokoferol. Antioksidan tersebut merupakan antioksidan alami yang telah diproduksi secara sintetis untuk tujuan komersial (Trilaksana, 2003).

Antioksidan pada produk pangan dan pakan berlemak dapat melindungi dari reaksi oksidasi, radikal anion superoksida ($O_2^{\bullet -}$) dapat dirubah oleh enzim SOD menjadi hidrogen peroksida, enzim katalase berperan penting dalam merubah hidrogen peroksida menjadi air dan oksigen menjadi produk yang stabil dan aman,



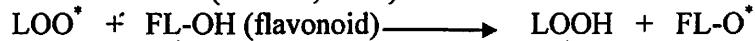
Hasil penelitian yang dilakukan Shahidi (1999) menunjukkan bahwa penambahan ekstrak teh pada minyak kacang, minyak jagung, minyak kelapa, dan minyak kedelai dapat meningkatkan stabilitas minyak. Hal ini terjadi karena proses oksidasi lipid dapat dicegah. Aktifitas antioksidan yang ditunjukkan oleh ekstrak teh tersebut diduga karena teh mengandung komponen senyawa fenol seperti flavonoid. Sebagai antioksidan, senyawa flavonoid diketahui dapat menghambat peroksidasi lipid, menangkap radikal bebas dan oksigen aktif serta mengelat ion besi (Pieta, 2000).

Flavonoid menghambat enzim yang bertanggung jawab pada produksi radikal $O_2^{\bullet -}$ seperti xantin oksidase, protein kinase C, myeloperoksidase, siklooksigenase, lipooksigenase, mikrosomal monooksigenase, glutation S-transferase, suksin oksidase mitokondria dan NADH oksidase yang seluruhnya terlibat dalam pembentukan ROS (Papas, 1999 ; Shahidi, 1999).

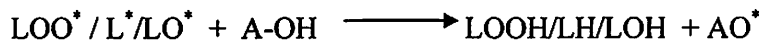
Menurut Halliwell dan Gutteridge (1999) mekanisme kerja antioksidan flavonoid meliputi :

1. Menekan pembentukan radikal bebas atau ROS dengan cara menghambat enzim, pengkelatan ion logam (*metal ion chelating*) yang terlibat produksi radikal bebas
2. Meredam radikal bebas (*free radicals scavengers*)

Peroksidasi lipid dapat dicegah pada tahap inisiasi dengan *radical scavengers*, sementara reaksi propagasi dapat dicegah dengan *peroxy-radical scavenger* diantaranya dengan antioksidan flavonoid (Shahidi, 1999) :



Terminasi radikal lipid (L^*), radikal lipid peroksil (LOO^*), radikal alkoksil (LO^*) yang terbentuk melalui reinisiasi dari peroksidasi lipid, dapat dilakukan oleh antioksidan fenolik



A-OH : fenol (α -tokoferol, flavonoid)

AO^{*} : radikal fenoksi

Sejumlah flavonoid dapat mengkelat logam-logam yang berperan penting dalam metabolisme oksigen. Ion logam besi dan tembaga merupakan katalisator potensial pada pembentukan radikal bebas, seperti reduksi hidrogen peroksida oleh logam-logam tersebut dapat menghasilkan radikal hidroksil yang sangat reaktif (Shahidi, 1999; Subarnas, 2001). Flavonoid dapat mereduksi radikal bebas seperti radikal anion superoksida ($\text{O}_2^{\cdot -}$), radikal peroksil (ROO^*), radikal alkoksil (RO^*), radikal hidroksil ($^{\cdot}\text{OH}$) (Papas, 1999; Shahidi, 1999; Subarnas, 2001). Flavonoid mempunyai banyak aktivitas biologis maupun farmakologis seperti anti mikroba, antioksidan dan anti mutagenik. Selain itu flavonoid mampu menahan aktivitas enzim xantin oksidase memproduksi radikal superoksida yang dapat merusak sel (Jovanovic, 1994; Cos, 1997; Pokorny, *et al.*, 2001).

1.3. Pengawetan bahan pangan dan pakan dengan antioksidan

Bahan pangan atau pakan yang mengandung kadar lemak tinggi akan mudah mengalami oksidasi dan hidrolisa. Reaksi hidrolisa akan merubah lemak menjadi asam lemak bebas dan gliserol sehingga dapat mengakibatkan kerusakan lemak. Reaksi ini akan menghasilkan bau tengik pada lemak atau minyak. Demikian juga bahan pangan atau pakan selama penyimpanan akan mengalami oksidasi bila kontak dengan oksigen yang akan mengakibatkan bau tengik. Ketengikan oksidatif dapat pula disebabkan oleh kerja enzim baik yang berasal dari jaringan lemak tumbuhan maupun enzim dari fungi khususnya dari genus *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Monilia*, *Cladosporium*. Enzim lipoksidase dari lemak bahan pangan atau pakan secara spesifik merusak asam lemak tidak jenuh secara berulang-ulang. Oksidasi biasanya dimulai pembentukan peroksida dan hidrogen peroksida, selanjutnya terurainya asam-asam lemak disertai konversi hidroperoksida menjadi aldehid dan keton serta asam-asam lemak bebas (Ketaren, 1986; Angelo, 1992; Shahidi, 1999). Untuk mencegah oksidasi dan hidrolisa bahan pangan atau pakan perlu ditambahkan antioksidan.

Bahan pangan atau pakan ternak yang mengandung asam lemak tidak jenuh (PUFA) rentan terhadap perubahan warna, rasa, bau, penurunan nilai nutrisi karena pengaruh oksidasi lipid saat bahan tersebut kontak dengan udara, sehingga bahan pangan atau pakan yang mengandung PUFA tinggi akan mudah mengalami oksidasi lipid membentuk peroksida lipid menyebabkan bahan cepat rusak dan mudah tengik (Angelo, 1992; Huang dan Weng, 1998; Jang *et al.*, 1999; Shahidi, 1999). Lipid bahan pangan yang mengandung PUFA tinggi akan mudah terserang radikal bebas (Papas, 1999). Radikal bebas pada bahan pangan atau pakan akan mengakibatkan terjadinya oksidasi lipid, cepat rusak dan mudah tengik. Radikal bebas dalam bahan pangan atau pakan berperan dalam proses oksidasi lipid antara lain akan menyebabkan terbentuknya MDA (aldehida misalnya malondialdehida) (Halliwell dan Gutteridge, 1999; Shahidi, 1999; Papas, 1999; Muhilal, 2001).

Bungkil kacang tanah mengandung lemak yang sebagian besar terdiri dari asam lemak tak jenuh seperti asam oleat dan asam linoleat yang mudah teroksidasi oleh senyawa yang bersifat oksidatif. Salah satu senyawa oksidatif tersebut dapat berupa radikal bebas yang bersifat sangat reaktif. Mikotoksin yang dihasilkan oleh fungi yang mengkontaminasi dapat menghasilkan radikal bebas, sehingga sangat potensial untuk mengoksidasi asam lemak tidak jenuh.

Antioksidan dalam bahan pangan atau pakan adalah salah satu senyawa yang diformulasikan ke dalam pangan atau pakan yang dapat berperan menghambat reaksi ketengikan oksidatif yang disebabkan oleh oksidasi atmosferik, sehingga senyawa ini dapat melindungi bahan atau produk pangan, pakan dari kerusakan oksidasi dan penyimpangan warna, bau, perubahan nilai nutrisi (Fardiaz, 2001). Pada bahan pangan atau pakan yang mengandung lemak, ditambahkan antioksidan untuk mencegah terjadinya oksidasi yang dapat mengakibatkan penurunan mutu, pembentukan cita rasa, warna, bau yang tidak dikehendaki, penurunan nilai nutrisi. Antioksidan dapat menghentikan proses oksidasi, antioksidan bereaksi dengan radikal bebas (Angelo, 1992; Sidik, 1997, Papas, 1999). Hal ini sesuai pendapat Jang *et al.* (1999) antioksidan secara luas digunakan sebagai *food additive* pada industri pangan dan pakan untuk mempertahankan kualitas, khususnya bahan yang mengandung asam lemak tidak jenuh tinggi (PUFA= polyunsaturated fatty acid) karena rentan terhadap perubahan warna, cita-rasa, bau dari pengaruh degradasi oksidasi ketika kontak dengan udara.

Menurut Jang *et al.* (1999) antioksidan yang sering ditambahkan pada bahan pangan sebagai *food additive* untuk mempertahankan kualitas bahan yang mengandung lipid tinggi adalah vitamin E, BHT, BHA.

Penggunaan antioksidan alami asal rempah-rempah sebagai alternatif menggantikan antioksidan sintetik karena lebih aman dan lebih disukai konsumen. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa 5 % ekstrak rempah-rempah secara nyata menghambat peroksidasi lipid pada bahan pangan secara berurutan adalah rosemary (*R. officinalis* L.) > oregano (*O. vulgare* L.) > 100 µg/g propyl gallate > annatto (*B. orellanna* L.) > 100 µg/g BHA > sweet paprika (*C. annuum* L.) > kumin (*C. cyminum* L.) > hot paprika (*C. annuum* L.) > saffron (*C. sativus* L.) > 100 µg/g BHT (Tome *et al.*, 2001).

Ekstrak rempah-rempah dapat menghambat peroksidasi lipid pada bahan pangan ternyata diketahui mengandung senyawa fenolik yang tinggi, dan dapat meredam H₂O₂ dan HOCl (Tome *et al.*, 2001).

Ekstrak rosemary (*R. officinalis* L.) ternyata dapat mengurangi peroksidasi lipid pada berbagai bahan pangan diantaranya produk daging, minyak goreng nabati, minyak ikan, minyak bunga matahari dan minyak kacang tanah; sedangkan ekstrak oregano (*O. vulgare* L.) dapat ditambahkan dan menghambat peroksidasi lipid pada kripik kentang; ekstrak paprika manis dan pedas (*C. annuum* L.) dapat ditambahkan dan menghambat peroksidasi lipid pada produk saus kering (Frankel dan Huang; 1996; Chu dan Shu, 1999).

1.4. Ekstrak kayu secang

Caesalpinia sappan L. telah diketahui mengandung sejumlah pigmen fenol dan salah satunya yang sudah lama berhasil diisolasi adalah brazilin, senyawa kimia lain yang telah berhasil diisolasi adalah sappankhalkon yang diduga merupakan zat antara dalam biosintesis brazilin. Beberapa senyawa lain yang terjadi pada biosintesis brazilin adalah sappanon A, sappanon B, 3-hidroksisappanon B dan sappanol. Isolasi juga berhasil mendapatkan caesalpin J, caesalpin P, protosappanonin A, sappanonin, protosappanonin B (Hanani, 1998). Sedangkan menurut Namikoshi *et al* (1987) telah dapat diisolasi senyawa

kimia dari *Caesalpinia sappan* L. yaitu senyawa fenol 3'-O-methylsappanol, 3'-O-methylepisappanol dan 2'-O-methylbrazilin. Sedangkan menurut Nagai dan Nagumo (1990) kayu secang (*Caesalpinia sappan* L.) mengandung berbagai macam senyawa fenol seperti brazilin, chalcones, protosappanin E-1 dan E-2 merupakan kombinasi dibenz [b,d] oxocins dan brazilin.

Ekstrak kayu secang (*Caesalpinia sappan* L.) mengandung senyawa aktif yang terkait dengan flavonoid, yaitu senyawa 1). brazilin, 2). isomer brazilin, 3). 1',4'-dihidrospiro [benzofuran-3(2H),3'-[3H-2] benzopiran]-1',6',6',7'-tetrol; 4). 3-[[4,5 dihidroksi-2-(hidroksimetil)fenil]metil]-2-3-dihidro-3,6-benzofurandiol, 5). (7R,7S)-7,8-dihidro-3,7,10,11- tetrahidroksi-6H-dibenz[b,d] oksosin-7-metanol. (7R-,7S- protosapanin B). Secara in vitro senyawa 1, 3 dan 4 adalah antioksidan primer dan sekunder karena dapat mencegah pembentukan dan sekaligus bersifat meredam radikal bebas. Senyawa 2 adalah antioksidan primer untuk meredam radikal bebas, senyawa 5 bersifat antioksidan primer dan sekunder dengan aktivitas sedang. Senyawa 1, 3 dan 4 lebih efektif dibandingkan dengan senyawa antioksidan yang sudah dikenal seperti asam askorbat, α -tokoferol, β -karoten dan butylated hydroxytoluene (BHT). Potensi penghambatan aktivitas xantin oksidase pada senyawa 1, 3 dan 4; potensi peredaman hidroksil adalah senyawa 1, 2, 3 dan 4; potensi peredaman radikal superoksida terdapat pada senyawa 1, 2, 3 dan 4. Rumus kimia senyawa antioksidan 1, 2, 3, 4 dan 5 seperti pada gambar 2.3. (Safitri, 2002).

MATERI DAN METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini bungkil kacang tanah (BKT) dari gudang penyimpanan di Jln Kiara Condong Bandung berumur 14 hari, ekstrak kayu secang (EKS), natrium benzoat (NB) 0,1%, butylated hydroxy toluen (BHT)0,1%; pereaksi SOD terdiri reagen 1 : bufer fosfat 0,1 M pH 8, Xanthine 0,40 mmol/l, Nitro Blue Tetrazolium (NBT) 0,24 mmol/l; reagen 2 : enzim Xanthine oksidase 0,049 unit/ml; reagen 3 : bufer fosfat 0,1 M ph 8; reagen 4 : bufer fosfat 0,1 M ph 8; reagen 5 : Natrium dodesil sulfat 69 mmol/l, dimetil sulfoksida (DMSO), preaksi TBA-RS yang terdiri dari tetraetoksipropan, Butylated Hydroxytoluene (BHT), larutan trikloroasetat (TCA) 20%, reagen 2-Thiobarbituric Acid (TBA) 0,8%, SDS

Pembuatan serbuk secang :

Serbuk kayu secang diekstraksi dengan etanol 95 % menggunakan metode ekstraksi maserasi.

Penyimpanan bungkil kacang tanah

Bungkil kacang tanah dikupas dan dipotong-potong kurang lebih berukuran 2 mm ditimbang sebanyak 200 g untuk ditambah ekstrak kayu secang (EKS) dengan berbagai dosis yaitu 0%; 2,5 %, 5 % , 7,5 % dan 10 % dan 0,1 % butylated hydroxy toluen (BHT) dan 0,1 % natrium benzoat (NB) pengulangan 3 kali setiap perlakuan, dikemas dalam karung , selanjutnya disimpan pada suhu 28⁰ – 30⁰ C selama 60 hari. Pengambilan sampel sebanyak 10 g bungkil kacang tanah pada 0 hari, 15 hri, 30 hari, 45 hari, 60 hari untuk bahan analisa aktivitas antioksidan superoksida dismutase (SOD) dan angka TBA-RS.

Rancangan percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap pola faktorial 7 x 5. Faktor pertama adalah berbagai jenis antifungal yaitu 5 level konsentrasi ekstrak kayu secang dan 1 level konsentrasi pembanding pengawet Natrium benzoat, 1 level konsentrasi pembanding antioksidan BHT yaitu D₁ (ekstrak kayu secang 0%), D₂ (2,5%), D₃ (5%), D₄ (7,5%), D₅ (10%), D₆ (BHT 0,1%) , D₇ (natrium benzoat 0,1%). Faktor kedua adalah lama penyimpanan bungkil kacang tanah yaitu 0 hari (L₁), 15 hari (L₂), 30 hari (L₃), 45 hari (L₄) 60 hari (L₅). Setiap perlakuan diulang 3 kali. Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam, dilanjutkan dengan uji Jarak Berganda Duncan (Steel dan Torrie, 1991).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstrak kayu secang (EKS) dalam meredam anion superoksida dalam BKT selama penyimpanan

Superoksida dismutase (SOD) merupakan salah satu parameter untuk mengetahui adanya aktivitas antioksidan berdasarkan kemampuannya menghambat reaksi yang dikatalisi oleh O₂^{•-} (Constantino *et al.*, 1992).

Pemberian EKS dan pengawet sintetik diharapkan dapat mempertahankan keawetan atau stabilitas lipid sehingga tidak mudah teroksidasi yang dapat dilihat dari aktivitas SOD dalam meredam radikal bebas O₂^{•-}.

Hasil pengamatan SOD pada BKT selama penyimpanan sebagai efek dari aktivitas antioksidan dari EKS, BHT 0,1% dan pengawet NB 0,1% diuji dengan sidik ragam, menunjukkan lama penyimpanan, jenis pengawet dan interaksi jenis pengawet dan lama penyimpanan berpengaruh sangat nyata (P < 0,01). Kemudian dilanjutkan dengan UJBD pada taraf 5 % seperti ditampilkan pada tabel 3.1 dan grafik ditampilkan pada gambar 3.1.

Tabel 3.1. Rataan dan UJBD angka SOD (%) pada BKT selama penyimpanan

Perlakuan	Lama penyimpanan (hari)				
	0	15	30	45	60
EKS 0%	21,76 e A	18,70 d A	16,55 c A	12,82 b AB	9,09 a A
EKS 2,5%	87,44 d C	70,36 c B	61,60 b B	57,81 b C	49,03 a C
EKS 5%	88,12 e C	70,85 d B	66,08 c C	60,49 b C	51,55 a C
EKS 7,5%	95,22 d D	86,59 c C	67,25 b C	60,33 a C	57,26 a D
EKS 10%	96,72 c D	88,54 b C	71,49 a D	68,49 a D	66,03 a E
BHT 0,1%	50,23 c B	22,98 b A	15,99 a A	15,56 a B	15,30 a B
NB 0,1%	19,39 c A	19,86 c A	13,49 b A	8,88 a A	8,83 a A

Keterangan : Huruf kecil yang sama pada baris dan huruf besar yang sama pada kolom menunjukkan tidak berbeda nyata taraf 5 %

Hasil UJBD menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi EKS, semakin tinggi pula aktivitas SOD pada BKT. Semakin lama penyimpanan semakin berkurang angka SOD pada BKT baik yang diberi perlakuan EKS, BHT maupun NB.

Pada awal penyimpanan (0 hari) SOD dari BKT menunjukkan angka 21,76 % ini berarti antioksidan yang dikandung cukup rendah dan mengindikasikan cepat menurunnya daya simpan. Pada pemberian EKS 2,5 %; 5 %; 7,5 % dan 10 % meskipun pada awal penyimpanan (0 hari), namun aktivitas SOD sudah meningkat sesuai dengan tingkat konsentrasi EKS dan lebih tinggi dibanding BHT, NB. Hal ini disebabkan EKS mengandung paling sedikit 5 senyawa yang terkait flavonoid yang mempunyai aktivitas SOD sebesar 100 %. Hal ini menunjukkan bahwa EKS sangat besar kontribusinya terhadap peningkatan SOD pada BKT. Menurut Safitri (2002) aktivitas senyawa yang terkait flavonoid dalam EKS mempunyai aktivitas meredam radikal $O_2^{\bullet-}$ senyawa 1 – 4 sebesar 100 % sedangkan senyawa 5 sebesar 87,63 %. Kemampuan meredam radikal $O_2^{\bullet-}$ yang tinggi oleh senyawa-senyawa dalam EKS sehingga dapat menghambat reaksi inisiasi dan memutuskan rantai propagasi (Noguchi dan Niki, 1999).

Aktivitas SOD semua konsentrasi EKS semakin lama penyimpanan BKT semakin rendah, namun tetap nyata lebih tinggi dibanding kontrol, BHT dan NB. Hal ini karena SOD digunakan untuk meredam radikal bebas ($O_2^{\bullet-}$), mencegah pembentukan radikal bebas sehingga aktivitas SOD berkurang. Sebagaimana diketahui SOD berfungsi untuk mendismutase radikal superoksida $O_2^{\bullet-}$ dengan cara mengubah $O_2^{\bullet-}$ menjadi hidrogen peroksida (H_2O_2) yang bersifat bukan radikal bebas. Namun H_2O_2 bersifat oksidan sehingga diperlukan aktivitas antioksidan GPx, CAT untuk merubah H_2O_2 menjadi produk yang stabil H_2O dan O_2 . Semakin lama penyimpanan aktivitas SOD semakin berkurang karena BKT disimpan dalam keadaan tidak kedap udara menyebabkan selalu teroksidasi oleh oksigen oleh karena itu aktivitas SOD semakin lama semakin berkurang. Pengurangan aktivitas SOD pada EKS 7,5 % dan 10 % lebih rendah dibanding EKS 2,5 % dan 5 %, hal ini dikarenakan semakin tinggi konsentrasi EKS aktivitas dalam meredam radikal $O_2^{\bullet-}$ semakin tinggi pada senyawa 3 dan 5 sedangkan senyawa 1,2,4 dalam meredam radikal $O_2^{\bullet-}$ tidak dipengaruhi oleh konsentrasi (Safitri, 2002).

EKS mengandung 5 senyawa aktif yang terkait flavonoid ternyata tidak hanya mempunyai aktivitas SOD yang tinggi namun juga mempunyai aktivitas menghambat xantine oksidase sehingga pembentukan radikal $O_2^{\bullet-}$ dapat dihambat akibatnya oksidasi lipid dapat dihambat pula (Safitri, 2002).

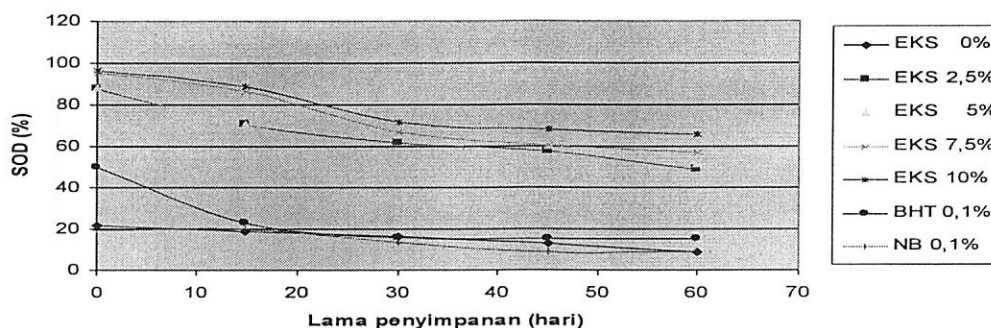
Aktivitas SOD dari BHT pada awal penyimpanan (0 hari) lebih rendah dibanding EKS semua konsentrasi, hal ini sesuai penelitian Safitri (2002) bahwa BHT sebagai antioksidan mempunyai aktivitas mendismutasi radikal $O_2^{\bullet-}$ sebesar 25,05 % jauh lebih rendah dibanding aktivitas EKS. Aktivitas SOD pada BHT semakin lama penyimpanan BKT semakin berkurang, hal ini karena BKT selama penyimpanan terpapar dengan udara sehingga radikal bebas $O_2^{\bullet-}$ terbentuk terus akibatnya SOD digunakan untuk mengurangi konsentrasi radikal $O_2^{\bullet-}$ ($2 O_2^{\bullet-} + 2H^+ \rightarrow H_2O_2 + O_2$).

Aktivitas SOD pada BKT tanpa penambahan EKS (kontrol) dan BKT yang ditambah NB tidak berbeda nyata selama penyimpanan, hal ini karena NB tidak mempunyai aktivitas SOD, karena NB bukan antioksidan yang mempunyai aktivitas meredam radikal bebas namun NB adalah *food additive* pada bahan pangan yang bersifat antifungal yaitu menghambat pertumbuhan fungi (Lavermicocca *et al.*, 2000; Pearce *et al.*, 2000).

Pada BKT tanpa ditambahkan pengawet (kontrol) mengandung SOD sebesar 21,75 %, menunjukkan bahwa dalam BKT sendiri juga mengandung antioksidan yang rendah.

Kacang tanah mengandung 7 – 9 % procyanidin termasuk golongan polifenol pada bagian kulit biji, juga mengandung antioksidan luteloin dan fenolat (Shahidi, 1999 ; Pokorny *et al.*, 2001).

Untuk melihat lebih jelas bagaimana aktivitas antioksidan EKS, BHT dan NB terhadap angka SOD pada BKT selama penyimpanan, ditampilkan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1.. Grafik angka SOD pada BKT selama penyimpanan

Ekstrak kayu secang dalam menghambat TBA-RS pada BKT selama penyimpanan

Parameter thiobarbituric acid reactive substances (TBA-RS) digunakan untuk menilai stres oksidatif berdasarkan reaksi asam thiobarbiturat dengan MDA yang menghasilkan kromofor berwarna merah muda yang dapat dibaca pada panjang gelombang 532 nm (Randox Laboratories Ltd. 1994).

Pemberian EKS dan pengawet sintetik diharapkan dapat mempertahankan keawetan atau stabilitas lipid sehingga tidak mudah teroksidasi sehingga kadar malonaldehida (MDA) rendah yang dapat diukur berdasarkan reaksinya dengan TBA-RS.

Tabel 3.2. Rataan dan UJBD angka TBA-RS (nmol/mL) pada BKT selama penyimpanan

Perlakuan	Lama penyimpanan (hari)				
	0	15	30	45	60
EKS 0%	7,39 a A	12,81 b D	22,60 c C	27,53 d C	31,48 e C
EKS 2,5%	7,40 a A	11,16 b C	17,52 c B	24,08 d B	32,15 e C
EKS 5%	7,79 a A	9,79 b B	16,83 c AB	21,88 d A	26,85 e B
EKS 7,5%	7,40 a A	7,55 a A	15,57 b A	21,43 c A	23,56 d A
EKS 10%	7,70 a A	7,76 a A	15,55 b A	21,03 c A	23,27 d A
BHT 0,1%	7,62 a A	9,94 b B	17,41 c B	24,90 d B	31,62 e C
NB 0,1%	7,60 a A	11,02 b C	21,51 c C	28,00 d C	31,84 e C

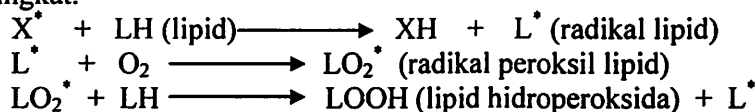
Keterangan : Huruf kecil yang sama pada baris dan huruf besar yang sama pada kolom menunjukkan tidak berbeda nyata taraf 5 %

Hasil pengamatan TBA-RS pada BKT selama penyimpanan sebagai efek dari aktivitas antioksidan dari EKS, BHT 0,1% dan pengawet NB 0,1% diuji dengan sidik ragam, menunjukkan lama penyimpanan, jenis pengawet dan interaksi jenis pengawet dan lama penyimpanan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$). Kemudian dilanjutkan dengan UJBD pada taraf 5 % seperti ditampilkan pada tabel 3.2. dan grafik ditampilkan pada gambar 3.2.

Hasil UJBD menunjukkan semakin tinggi konsentrasi EKS, semakin tinggi aktivitasnya dalam menghambat kenaikan TBA-RS, semakin lama penyimpanan akan meningkatkan TBA-RS pada semua perlakuan.

Pada awal penyimpanan (0 hari) menunjukkan TBA-RS tidak berbeda nyata pada semua perlakuan, hal ini menunjukkan bahwa BKT dalam kondisi homogen dengan tingkat peroksidasi lipid yang sama hasil dari oksidasi lipid.

Semakin lama penyimpanan akan meningkatkan TBA-RS, hal ini diduga karena peroksidasi lipid yang diinisiasi oleh radikal bebas (O_2^* , *OH , LOO^*), dimana radikal bebas juga dihasilkan oleh toksin fungi kontaminan bungkil kacang tanah, karena semakin lama penyimpanan total koloni fungi kontaminan BKT semakin meningkat maka produksi mikotoksin meningkat (Widowati dan Safitri, 2005), radikal bebas yang dihasilkan mikotoksin juga meningkat akibatnya oksidasi asam lemak tak jenuh (PUFA) BKT juga meningkat, selain itu radikal bebas yang dihasilkan dari propagasi dari PUFA juga meningkat.

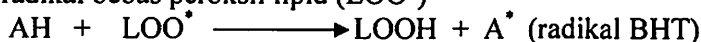


Menurut Papas (1999) dan Li *et al.* (1999) lipid hidroperoksida akan mengalami dekomposisi menjadi bermacam-macam produk aldehida seperti malonaldehida (MDA), 4 hidroksi nonenal, senyawa karbonil, keton, alkohol, epoksidan dan hidrokarbon, oleh karena itu MDA menjadi parameter pengukuran oksidasi lipid. Semakin lama penyimpanan maka semakin tinggi kadar lipid hidroperoksida (hasil angka peroksida semakin tinggi) demikian juga semakin meningkat kadar MDA yang terbentuk. Menurut Bailey dan Um (1992) dan Li *et al.* (1999), bahwa semakin lama penyimpanan, maka semakin lama paparan oksigen, dan lama pemanasan maka TBA-RS semakin tinggi.

Minyak kacang tanah mengandung 76 – 82 % asam lemak tidak jenuh dimana 40 – 45 % asam oleat dan 30 – 35 % asam linoleat, oksidasi primer dari PUFA menghasilkan hidroperoksida yang selanjutnya akan mengalami oksidasi sekunder. Oksidasi sekunder dari hidroperoksida asam oleat menghasilkan aldehida berupa oktanal, 2-desenanal, 2-undesenanal, nananal; sedangkan oksidasi sekunder dari hidroperoksida asam linoleat menghasilkan aldehida heksanal; 2-oktenal; 2,4 dekadienal (Ketaren, 1986; deMan, 1997).

Penambahan EKS 2,5 % , BHT dan NB tidak mampu menghambat kenaikan TBA-RS sampai 60 hari penyimpanan, hal ini diduga senyawa antioksidan dalam EKS 2,5 % dan BHT belum cukup mampu mencegah oksidasi hidroperoksida, tidak mampu menghambat kenaikan produksi radikal bebas yang disebabkan reaksi propagasi, dan mikotoksin. EKS 2,5 % hanya mampu menghambat kenaikan TBA-RS sampai hari ke 45 setelah itu meningkat dan menyamai BKT tanpa penambahan pengawet.

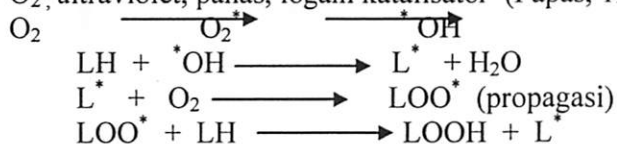
BHT paling baik menghambat kenaikan TBA-RS sampai penyimpanan 45 hari, hal ini menunjukkan bahwa BHT sebagai antioksidan kurang efektif untuk menghambat kenaikan TBA-RS. Menurut Ketaren (1986) BHT sebagai antioksidan aktivitasnya kurang dalam minyak yang mengandung PUFA tinggi. BHT bekerja dengan cara memutus rantai radikal bebas peroksil lipid (LOO^*)





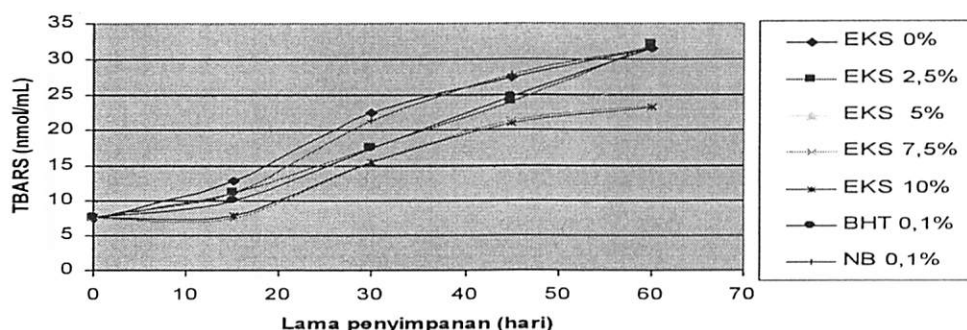
LOOH akan mengalami dekomposisi menjadi MDA, sebagaimana diketahui BHT merupakan golongan fenolik dengan satu gugus OH kurang aktivitasnya dalam penghambatan kenaikan TBA-RS selama penyimpanan, namun dapat mengurangi kadar radikal peroksid lipid. LOOH terdegradasi menjadi bahan toksik, menghasilkan warna gelap pada bahan pangan, namun LOOH merupakan produk yang lebih stabil dibanding radikal bebas. LOOH merupakan produk yang stabil meskipun toksik, untuk itu sebaiknya LOOH secepatnya dirubah menjadi LOH (lipid alkohol) dengan menambahkan enzim antioksidan diantaranya CAT atau GPx sehingga dapat mendekomposisi LOOH menjadi produk yang lebih aman (Angelo, 1992; Papas, 1999; Shahidi, 1999).

NB tidak mampu menghambat kenaikan TBA-RS pada BKT selama penyimpanan hal ini karena NB bukan antioksidan tetapi sebagai antifungal (Brock *et al.*, 1997). NB hanya mampu menghambat pertumbuhan fungi kontaminan sampai hari ke 15 (Widowati dan Safitri, 2005), hal ini menunjukkan bahwa oksidasi pada BKT tidak hanya disebabkan mikotoksin fungi kontaminan saja, tetapi disebabkan pengaruh inisiasi lainnya diantaranya O_2 , ultraviolet, panas, logam katalisator (Papas, 1999; Shahidi, 1999) :



EKS 5 %, 7,5 % dan 10 % mampu menghambat kenaikan TBA-RS selama penyimpanan, hal ini karena EKS mengandung antioksidan yang terkait flavonoid diantaranya 5 senyawa aktif yang mampu menghambat aktivitas enzim xantin oksidase yang terlibat produksi anion superoksida ($O_2^{\cdot -}$) lebih tinggi aktivitasnya dibanding BHT secara invitro (Safitri, 2002), kemampuan menghilangkan radikal $O_2^{\cdot -}$ lebih tinggi dibanding BHT. Kemampuan EKS menghambat produksi $O_2^{\cdot -}$ yang merupakan radikal penginisiasi rangkaian pembentukan radikal lainnya maka produk radikal lainnya dapat dihambat. Dengan adanya SOD yang dapat meredam $O_2^{\cdot -}$ maka radikal $O_2^{\cdot -}$ yang terbentuk tidak menginisiasi lipid (LH) menghasilkan L^* (radikal lipid) dan mencegah terbentuknya LOO^* (mencegah propagasi). EKS menghambat terbentuknya radikal peroksid (LOO^*) sehingga mencegah terbentuknya LOOH (mencegah kenaikan angka peroksida, sehingga sampai penyimpanan 60 hari BKT yang ditambah EKS 5 %; 7,5 % dan 10 % masih aman dikonsumsi (Widowati dan Safitri, 2005) dan mencegah terbentuknya MDA sehingga kenaikan TBA-RS dapat dihambat.

Untuk melihat lebih jelas bagaimana aktivitas antioksidan EKS, BHT dan NB terhadap TBA-RS pada BKT selama penyimpanan, ditampilkan pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Grafik angka TBA-RS pada BKT selama penyimpanan

KESIMPULAN

1. Semakin lama penyimpanan bungkil kacang tanah semakin berkurang SOD
2. Natrium benzoat bukan antioksidan sehingga tidak mampu meningkatkan SOD
3. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak kayu secang semakin tinggi aktivitas SOD pada bungkil kacang tanah selama penyimpanan
4. Ekstrak kayu secang sebagai antioksidan dapat menyumbangkan aktivitas SOD pada bungkil kacang tanah selama penyimpanan
5. Aktivitas SOD pada bungkil kacang tanah selama 60 hari penyimpanan tertinggi pada ekstrak kayu secang 10 % selanjutnya 7,5 %
6. Semakin lama penyimpanan bungkil kacang tanah semakin meningkat angka TBA-RS
7. Kemampuan BHT 0,1 % dalam menghambat kenaikan angka TBA-RS sama dengan ekstrak kayu secang 2,5% pada bungkil kacang tanah selama 60 hari penyimpanan
8. Ekstrak kayu secang 7,5 % dan 10% paling baik, selanjutnya ekstrak kayu secang 5 % dalam menghambat kenaikan angka TBA-RS pada bungkil kacang tanah selama 60 hari penyimpanan.
9. Ekstrak kayu secang sebagai antioksidan dapat meningkatkan SOD dan
10. menghambat pembentukan MDA pada bungkil kacang tanah selama penyimpanan

DAFTAR PUSTAKA

- Angelo, A. J. 1992. Lipid Oxidation in Food. American Chemical Society, Washington, D.C.
- Anggrahini, S. 1991. Studi Kemungkinan Mencegah/ Mengurangi Kontaminasi Aflatoksin pada Kacang Tanah Setelah di Panen. Lokakarya Penelitian Komoditas dan Studi Khusus. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Aruoma, O.I. (1994) Deoxyribose Assay for Detecting Hydroxyl Radical. *Methods in Enzymology*, 23, 57-66.
- Bailey, M.E., K.W. Um. 1992. Maillard Reaction Products and Lipid Oxidation. American Chemical Society, Washington, D.C.
- Brock, T.D., M.T. Madigan, J.M. Martinko, J. Parker. 1997. *Biology of Microorganisms*. In. Ed. New York. P.Hall International, Inc.
- Chu, Y.H., H.F. Shu. 1999. Effects of Antioxidants on Peanut Oil Stability. *Food Chem.* 66 : 29-34.
- Cos, P. 1997. Structure Activity Relationship and Classification of Flavonoid as Inhibitor of Xanthine Oxidase and Superoxide Scavenger. *Journal of Natural Product*. 1998. 61(1): 71-76.
- DeMan, J.M. 1997. *Kimia Makanan*. Penerbit ITB. Bandung.
- Fardiaz, S. 1992. *Analisis Mikrobiologi Pangan*. Raja Grafindo Persada Jakarta.
- Fardiaz, D. 2001. Antioksidan dan Radikal Bebas dalam Produk Pangan. Seminar Nasional dan Lokakarya "Pemahaman Konsep Radikal Dalam Meningkatkan Kesehatan Menuju Indonesia Sehat 2010" Penentuan Status Antioksidan, in Vivo dan Identifikasi Bahan Alam Produk Pangan In-Vitro. Pusat Penelitian Kesehatan. Lembaga Penelitian Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Favier, A.E., J. Cadet, B. Kalyanaraman, M. Fontecave, J.L. Pierre. 1995. *Analysis of Free Radicals in Biological Systems*. Birkhauser Verlag, Basel. Switzerland

- Frankel, E.N. and S.W. Huang. 1996. Evaluation of Antioxidant Activity of Rosemary Extracts, Carnosol and Carnosic Acid in Bulk Vegetable Oil and Fish Oil and Their Emulsions. *J.Sci. Food Agric.* 72:201-208.
- Halliwell, B. 1994. Free radicals, Antioxidant and Human Diseases ; Curiosity, Cause or Consequence., *The lancet* vol 344., Neurodegenerative Disease Research Group, King College, London.
- Halliwell, B., J.M.C. Gutteridge. 1999. *Free Radicals in Biology and Medicine.* Oxford University Press. New York.
- Heyne, K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia.* Jilid II. Badan Litbang Kehutanan. Jakarta. Departemen Kehutanan.
- Hochgraf, E., U. Cogan, S. Mokady. 2000. Dietary oxidized linoleic acid enhances liver cholesterol biosynthesis and secretion in rats. *J. Nutr. Biochem* 11: 176-180. 2000.
- Hoehler, D., R.R. Marquardt, A.R. McIntosh, G.M. Hatch. 1997. Induction of Free Radicals in Hepatocyte by Ochratoxin A and its analogs in Bacteria (*Bacillus brevis*). *J. Biol. Chem.* 271 : 27388 – 27394.
- Hoehler, D., R.R. Marquardt, A.R. McIntosh, S. Madhyastha. 1998. Free radical-mediated lipid peroxidation induced by T-2 toxin in yeast (*Kluyveromyces marxianus*). *J. Nutr. Biochem.* 9 :370-379.
- Huang, C.H., Y.M. Weng. 1998. Inhibition of Lipid Peroxidation in Fish Muscle By Antioxidant Incorporated Polyethylene Film. *Journal of Food Processing and Presevation* 22 (1998) 199-209.
- Jang, I.S., K.R. Chae, T.S. Kang, Y.K. Kim, C.K. Kim, J.H. Hwang, D.Y. Hwang, C.B. Choi, K.K. Jung, J.S. Cho. 1999. Effects of Long-Term Vitamin E and Butylated Hydroxytoluene Supplemented Diets on Murine Intestinal and Hepatic Antioxidant Enzyme Activities. *Asian-Aus. J. Anim. Sci.* 1999. Vol. 12, No. 6 : 932-938.
- Jovanovic, S.V. 1994. Flavonoid as Antioxidants. *Journal American Chemical Society.* 116(11): 4846-4851.
- Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan.* UI Press. Jakarta.
- Lavermicocca, P., F. Valerio, A. Evidente, S. Lazzaroni, A. Corsetti, M. Gobbetti. 2000. Purification and Characterization of Novel Antifungal Compounds from the Sourdough *Lactobacillus plantarum* Strain 21B. *Appl. and Env. Mic.* Sept 2000, p. 4084-4090.
- Li, C.T., M. Wick, N.G. Marriott. 1999. Evaluation of Lipid Oxidation in Animal Fat. http://ohioline.osu.edu/sc172/sc172_6.html.
- Makfoeld, D. 1993. *Mikotoksin Pangan.* PAU,UGM. Kanisius.Yogyakarta.
- Muhilal. 2001. Peranan Suplementasi Antioksidan Terhadap Kesehatan. Seminar Nasional dan Lokakarya. Pemahaman Konsep Radikal Bebas dan Peranan Antioksidan dalam Meningkatkan Kesehatan Menuju Indonesia Sehat 2010. Pusat Penelitian Kesehatan, Lembaga Penelitian Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Papas, A.M. 1999. *Antioxidant Status, Diet, Nutrition, and Health.* CRC Press. Boca Raton, London, New York, Washington D,C.
- Pearce, A.K., I.R. Booth, A.J.P. Brown. 2001. Genetic Manipulation of 6-Phosphofructo-1-kinase and Fructose 2,6-biphosphate Levels Affects the Extent to which Benzoic acid inhibits the growth of *Saccharomyces cerevisiae*. *Mic.* Vol. 147 :403-410
- Pieta, P.G. 2000. Flavonoids as Antioxidants. *J. Nat. Prod.* 63, 1043-1046.

- Pokorny, J., N. Yanishlieva, M. Gordon. 2001. Antioxidants in Food. CRC Press. Washington, D.C.
- Provet. 2002. What are Antioxidant in Animal Foods . www.provet.co.uk.
- Randox Laboratories Ltd. 1994. Total Antioxidant Status. Ardmore, Diamond Road, Crumlin, Co. Antrim, United Kingdom. BT294 QY
- Safitri, R. 2002. Karakterisasi Sifat Antioksidan In Vitro Beberapa Senyawa Yang Terkandung Dalam Tumbuhan Secang (*Caesalpinia sappan* L.).
- Shahidi, F. 1999. Natural Antioxidants. Chemistry, Health Effects, and Applications AOC S Press. Champaign, Illinois.
- Sidik. 1997. Antioksidan Alami Asal Tumbuhan. Seminar Nasional Tumbuhan Obat Indonesia XII 26 s/d 27 Juni 1997.
- Steel, R.A., J.H. Torrie. 1991. Prinsip Dan Prosedur Statistika suatu pendekatan biometric. 1991. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Subarnas, A. 2001. Komponen Aktif Antioksidan Dalam Bahan Alam. Seminar Nasional dan Lokakarya. Pemahaman Konsep Radikal Bebas dan Peranan Antioksidan dalam Meningkatkan Kesehatan Menuju Indonesia Sehat 2010. Pusat Penelitian Kesehatan, Lembaga Penelitian Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Supriyono, S. Gandapratiyana. 1997. Aneka Olahan Kacang Tanah. Trubus. Jakarta.
- Verma, R.J., A. Nair. 2001. Ameliorative effect of vitamin E on aflatoxin induced lipid peroxidation in testis of mice. Asian J Androl 3: 217-221.
- Widowati, W., R. Safitri, 2005. Fungi kontaminan bungkil kacang tanah selama penyimpanan. Seminar Nasional dalam rangka dies natalis ke-50, FMIPA UGM. Yogyakarta.
- Wijayakusuma, H.M.H., S. Dalimartha, A.S. Wirian. 1996. Tanaman Berkhasiat Obat Di Indonesia. Jilid IV. Pustaka Kartini. Jakarta.
- Wijaya, A. 1998. Faktor Resiko Penyakit Kardiovaskuler Perspektif Baru. Forum Diagnosticum. Laboratorium Klinik Prodia. Bandung.
- Winarti, C., B.S. Sembiring. 1998. Pengaruh Cara dan Lama Ekstraksi Terhadap Kadar Tanin Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L.). Warta Tumbuhan Obat Indonesia. Balai Penelitian Obat dan Rempah Bogor.
- Woodroof, J.G. 1973. Peanuts : Production, Processing, Products. Second Edition. The Avi Publishing Company Inc. Westport. Connecticut