

EFEK PENAMBAHAN ASAM SITRAT DAN LAMA PEMANASAN TERHADAP MUTU MINYAK KACANG TANAH SELAMA PENYIMPANAN

Enny Karti Basuki Susiloningsih¹

¹ Jurusan Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Industri UPN "Veteran" Jawa Timur, Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Surabaya, 60294

Masuk: 6 April 2008, revisi masuk: 17 Oktober 2008, diterima: 7 Januari 2009

ABSTRACT

The research aims to analyze the effect of citric acid addition on the quality of peanut oil during storage. Before extracting the oil by steaming and dry heating to know the content and the peroxide value of oil 0 ppm or 200 ppm of citric acid is added to the oil produced from all treatments. The oil samples were stored for 12 weeks at 30°C. It is found that steaming at 90°C for 30 minutes, the oil content is 24,84% peroxide value 1.10 meq/kg oil, free fatty acid 0.017% and iodine value 89.955. Meanwhile, dry heating at 45°C without citric acid, the peroxide value 73.75 meq/kg oil, free fatty acid 0.017% and iodine value 89.995 and with citric acid 200 ppm, peroxide value 69.75 meq/kg oil, free fatty acid 0.664% and iodine value 83.685 and not rancid.

Keywords: Citric Acid, Heating, Storage, Peroxide, Flavor

INTISARI

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan asam sitrat terhadap kualitas minyak kacang tanah selama penyimpanan. Sebelum minyak dikempa dengan menggunakan hidrolik pres secara manual, dilakukan dua macam pemanasan, yaitu pemanasan secara basah (kukus) dan pemanasan secara kering (oven), untuk mengetahui rendemen dan angka peroksida minyak yang diperoleh. Minyak hasil ekstraksi dari semua perlakuan pemanasan selanjutnya ditambahkan asam sitrat sebanyak 0 dan 200 ppm dan disimpan pada suhu 30°C selama 12 minggu. Pada pemanasan secara basah (kukus) selama 30 menit pada suhu 90°C, rendemen minyak sebesar 24,84%, angka peroksida 1,10 meq/kg minyak, asam lemak bebas 0,017% dan bilangan iodin 89,995, sedangkan pada minyak yang ditambah asam sitrat sebesar 200 ppm, angka peroksida 69,75 meq/kg minyak, asam lemak bebas 0,664% dan bilangan iodin 83,685 dan tidak beraroma tengik.

Kata Kunci : Asam Sitrat, Pemanasan, Penyimpanan, Peroksida, Aroma

PENDAHULUAN

Minyak kacang tanah tersusun dari campuran trigliserida, yang asam lemaknya terdiri atas asam lemak tidak jenuh sebanyak 76 – 82% dan asam lemak jenuh sebanyak 18 – 24%, sedangkan kandungan mono dan digliseridanya sangat kecil (Divino et al, 1996). Asam lemak tidak jenuh meliputi asam oleat 40 – 45% dan asam linoleat 30 – 35% terhadap asam lemak total, sedangkan asam linoleat 0,02 – 0,04% terhadap asam lemak total atau bahkan tidak terdeteksi. Besarnya kandungan asam linoleat pada minyak sangat mempengaruhi stabilitas minyak (Chiou et al., 1995).

Oksidasi adalah faktor yang sangat penting sebab dapat menghasilkan senyawa-senyawa yang menyumbang terjadinya *off flavour* dan kondisi ini lazim disebut tengik (rancid). Produk pangan olahan yang tengik dapat mengalami perubahan warna dan kehilangan nilai gizi karena desidasi vitamin dan asam lemak tak jenuh. Selanjutnya mutu produk akan menurun dan hasil oksidasi lipida seperti peroksida, aldehid dan keton dapat membahayakan kesehatan manusia (Fritsch, 1994, Giese, 1996, Byrd, 2001).

Minyak atau lemak yang memiliki asam lemak tak jenuh tunggal (MUFA) dan ganda (PUFA) dapat menjadi target

oksidasi. Hasilnya adalah produk oksidasi primer, sekunder dan tertier yang dapat menyebabkan kerusakan pada produk. Faktor utama yang mempengaruhi kecepatan oksidasi dapat disebutkan antara lain jumlah dan jenis oksigen yang ada, derajat ketidakjenuhan lipida, antioksidan, prodesidan (logam besi, sensitiser seperti klorofil, riboflavin, eritrosin dan cahaya), enzim lipolusigenase, suhu penyimpanan, dan sifat bahan pengemas (de Man, 1999, Min dan Baff, 2002).

Proses autoksidasi dimulai dengan pembentukan radikal bebas yang disebabkan oleh faktor-faktor yang dapat mempercepat reaksi. Reaksi oksidasi meliputi permulaan (inisiasi), penyebaran (propagasi) dan penghentian (terminasi) (de Man, 1999).

Radikal lipid yang diserang oleh molekul oksigen menghasilkan peroksi radikal yang tidak stabil, yang pada gilirannya mencopot (meng-abstract) atom hidrogen dari lipid lainnya dan membentuk suatu lipid hidroperoksida dan radikal lipid baru. Reaksi berantai peroksidasi lipid berlangsung dengan cara ini. Sebagai produk pemecahan sekunder seperti aldehid, keton, alkohol dan epoksida dihasilkan dari dekomposisi hidroperoksida (Nakayama et al, 1994).

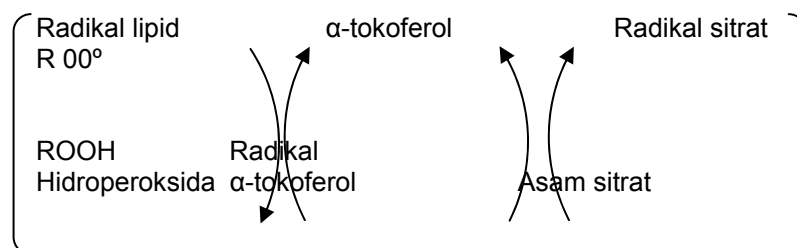
Antioksidan dapat didefinisikan sebagai suatu zat yang dalam jumlah kecil akan mengganggu proses oksidasi normal dalam minyak dan lemak, sehingga dapat menunda waktu terjadinya oksidasi yang akan berlanjut lebih jauh untuk menghasilkan aroma dan bau yang tidak disenangi (Decker, 2002).

Antioksidan dapat berfungsi sebagai aseptor radikal bebas, sehingga a-

kan menghentikan reaksi oksidasi pada tahap permulaan. Dalam tidak ada antioksidan atau hidrogen pada asam lemak akan bebas, sehingga membentuk radikal asam lemak. Radikal asam lemak ini kemudian akan bereaksi dengan oksigen udara, sehingga akan berbentuk peroksida dan hidroperoksida. Adanya antioksidan berfungsi sebagai aseptor radikal bebas, akan terbentuk suatu senyawa yang bersifat stabil, sehingga tidak dapat melanjutkan oksidasi gliserida (Decker, 2002).

Tokoferol dikenal juga sebagai vitamin E, merupakan zat antioksidan alam yang terdapat pada biji-bijian berminyak (Hui, 1996). Tokoferol berfungsi sebagai donor elektron. Tokoferol sebagai antioksidan dalam reaksinya akan kehilangan atom H. Tokoferol yang telah kehilangan atom H ini akan membentuk polimer, tetapi apabila ada senyawa lain yang dapat bertindak sebagai donor H, maka tokoferol ini akan aktif kembali sebagai antioksidan. Donor atom H ataupun donor elektron sangat diperlukan agar antioksidan yang telah kehilangan atom H dapat aktif kembali (Hui, 1996).

Asam sitrat dapat berperan sebagai kelat dalam mengurangi pengaruh katalisis oleh ion-ion logam. Selain peranannya sebagai pengikat logam (*chelating agent*) asam sitrat dapat merupakan sinergis, karena dapat menaikkan kemampuan zat antioksidan dalam menghambat reaksi oksidasi. Asam sitrat mampu meregenerasi antioksidan yang telah kehilangan asam H, sehingga antioksidan tersebut dapat berfungsi kembali lihat gambar 1 (Hui, 1996).



Gambar 1. Mekanisme sinergistik α -tokoferol dengan asam sitrat

Tujuan mengkaji cara dan lama pemanasan sebelum biji kacang tanah dikempa serta penambahan asam sitrat

terhadap kestabilan minyak kacang tanah selama disimpan 12 minggu pada suhu 30°C, yang sebelumnya telah me-

ngalami proses pemanasan yang berbeda-beda.

Bahan yang digunakan kacang tanah varitas gajah dan asam sitrat serta reagen kimia untuk menganalisis angka peroksida. Alat yang digunakan meliputi pengepres hidrolis, spektrofotometer dan alat-alat gelas serta inkubator. Biji kacang tanah disortasi, dipisah dari biji yang berkerut dan busuk, kemudian ditimbang sebanyak 500 gram. Selanjutnya dipanaskan pada suhu 90°C selama 15, 30 dan 45 menit dengan cara dikukus (pemanasan basah) atau dioven (cara pemanasan kering) agar teksturnya lunak (Moego dan Resurreccion, 1993) dan mudah dikempa. Perbedaan cara dan waktu pemanasan dimaksudkan untuk memperoleh sifat dan rendemen minyak yang dihasilkan berbeda. Biji kacang tanah lalu dikempa dengan menggunakan hidrolis pres pada tekanan 150 kg/cm² selama 30 menit. Minyak yang dihasilkan ditimbang sebanyak 50 gram dan ditambahkan asam sitrat 0 dan 200 ppm, kemudian disimpan selama 12 minggu pada suhu 30°C. Minyak sebagai kontrol diperoleh dengan cara setelah biji kacang tanah ditimbang, langsung dikempa dan minyaknya ditimbang lalu disimpan.

Cara analisis angka peroksida (AP), asam lemak bebas (ALB) dan bilangan iodin (BI) menurut metode Sudarmadji, dkk. (1997), sedangkan analisis aroma (ketengikan) dilakukan dengan uji

inderawi pada akhir penyimpanan minyak menggunakan metoda *scoring difference test*, yang dilanjutkan dengan analisis variansi.

PEMBAHASAN

Pemanasan sebelum pengempaan terhadap biji-bijian sumber minyak dimaksudkan untuk memperbanyak keluarnya minyak dan untuk mempermudah keluarnya minyak dari bahan. Perubahan-perubahan yang terjadi sebagai akibat pemanasan adalah protein yang ada akan mengalami koagulasi sehingga dinding sel menjadi bersifat permeabel untuk dilewati minyak. Sebelum pemanasan, titik-titik minyak yang berukuran sangat kecil terdistribusi keseluruh biji dan ada dalam bentuk emulsi. Pemanasan menyebabkan terjadinya denaturasi oleh panas terhadap protein dan senyawa-senyawa yang serupa. Koagulasi atau denaturasi mengakibatkan emulsi pecah, sehingga titik-titik minyak akan mengalami kondensasi menjadi titik-titik minyak yang lebih besar sehingga dapat mengalir dari biji. Aliran minyak dari dalam sel keluar dibantu oleh viskositas minyak yang semakin turun pada suhu yang semakin naik (Hui, 1996). Semakin lama pemanasan, hal-hal yang terjadi sebagai akibat pemanasan semakin sempurna, sehingga minyak yang dihasilkan semakin banyak, lihat table 1.

Tabel 1. Pengaruh pemanasan sebelum pengempaan terhadap rendemen dan sifat minyak yang dihasilkan.

Hasil	Kontrol (tanpa pemanasan)	Pemanasan 90°C			
		Kukus 30 menit	Oven 15 menit	Oven 30 menit	Oven 45 menit
Rendemen, %	13,01	24,84	15,54	18,42	21,83
Angka peroksida, Meq/kg	0,90	1,10	1,45	1,80	2,40
Asam lemak bebas %	0,011	0,017	0,019	0,024	0,031
Bilangan Iodin	89,990	89,955	89,905	89,860	89,830

Pada pemanasan cara basah atau pengukusan, sebagai media pemanasan adalah uap air. Adanya uap air panas ini proses koagulasi atau denaturasi protein menjadi lebih mudah dari pemanasan kering (oven). Selain hal tersebut, penurunan afinitas minyak terhadap bahan padat pada kacang tanah menjadi lebih besar. Hal ini disebabkan karena pa-

da pengukusan, akan terbentuk lapisan dari air yang terserap pada permukaan biji. Lapisan air ini akan menggeser atau memindahkan minyak atau air berada dalam keadaan terikat pada biji, sehingga keadaan seperti ini membuat permukaan biji bersifat lipofobik, dengan demikian minyak lebih mudah dipisahkan dari biji. Biji yang sangat kering tidak dapat

membebaskan minyak secara efisien (Hui, 1996).

Pada pemanasan biji kacang tanah cara basah (kukus), sebagai media penghantar panas adalah uap air jenuh. Uap air jenuh ini akan mendesak biji kacang tanah dan masuk ke dalam jaringan atau sel-sel biji pada kacang tanah, akibatnya akan mendesak udara yang ada dalam sel keluar, sehingga akan mengurangi terjadinya oksidasi minyak dalam biji kacang tanah. Pada pemanasan biji kacang tanah cara kering (oven) hal tersebut tidak terjadi. Oksidasi minyak akan tetap terjadi dan lebih cepat terjadi karena adanya kenaikan suhu. Semakin lama cara pemanasan cara kering yang diberikan, oksidasi minyak yang terjadi semakin berlanjut, akibatnya nilai peroksida minyak semakin tinggi. Oksigen adalah pemicu oksidasi dan oksidasi tidak akan berlangsung tanpa tersedianya oksigen yang memadai (Lin, 1991).

Pada pemanasan biji kacang tanah cara basah (kukus), oksigen yang mengoksidasi lemak lebih sedikit dari pada pemanasan biji kacang tanah cara kering (oven), sehingga oksigen yang mengadisi ikatan rangkap kecil, maka bilangan iodin besar dan hidroperoksida yang terbentuk sedikit, maka asam lemak bebas kecil. Semakin lama waktu pemanasan biji kacang tanah sebelum dikem-

pa, oksidasi yang terjadi semakin besar, sehingga meningkatkan asam lemak bebas dan menurunkan bilangan iodin.. (Winarno, 1997).

Angka peroksida selama penyimpanan minyak mengalami kenaikan (lihat tabel 2). Adanya kenaikan angka peroksida menunjukkan adanya kenaikan tingkat kerusakan minyak. Semakin lama penyimpanan minyak, kenaikan angka peroksida semakin tinggi sampai pada suatu saat angka peroksida akan mengalami penurunan kembali atau konstan. Penurunan angka peroksida terjadi apabila peroksida yang bereaksi lebih lanjut atau hidroperoksida yang terdekomposisi lebih banyak daripada peroksida yang terbentuk. Semua minyak mengalami kenaikan angka peroksida selama penyimpanan 12 minggu pada suhu 30°C. Hal ini menunjukkan bahwa pembentukan peroksida masih berlangsung terus dan tidak seimbang dengan pemecahannya. Perbedaan angka peroksida antar minyak pada akhir penyimpanan cukup kecil. Perbedaan ini terjadi karena adanya perbedaan angka peroksida pada awal penyimpanan. Cara dan lama pemanasan sebelum pengempaan tidak berpengaruh terhadap angka peroksida minyak selama penyimpanan.

Tabel 2. Hasil analisis angka peroksida minyak kacang tanah dari berbagai perlakuan.

Perlakuan		Angka peroksida meq/kg pada penyimpanan minggu ke						
Pemanasan	Penambahan asam sitrat	0	2	4	6	8	10	12
Kukus 30 menit	0 ppm	1,10	11,75	21,40	28,15	34,75	42,05	54,15
	200 ppm	1,10	10,80	19,35	23,70	32,60	41,40	52,60
Oven 15 menit	0 ppm	1,45	16,10	25,15	35,65	41,40	48,00	61,20
	200 ppm	1,45	14,75	24,70	33,45	40,80	46,10	59,25
Oven 30 menit	0 ppm	1,80	18,15	30,15	39,50	45,10	54,50	65,25
	200 ppm	1,80	17,80	29,15	38,10	44,25	54,35	64,75
Oven 45 menit	0 ppm	2,40	21,55	36,60	43,15	50,55	58,20	73,75
	200 ppm	2,40	20,10	36,10	41,05	48,10	54,90	69,75
Kontrol (tanpa pemanasan)		0,90	8,40	16,55	23,10	29,05	35,75	43,90

Tokoferol sebagai antioksidan yang terdapat dalam minyak mudah teroksidasi, dipercepat oleh cahaya, panas dan adanya logam Cu dan Fe. Pemanasan alami secara langsung oleh sinar matahari mengakibatkan kerusakan tokoferol lebih cepat dibanding di tempat yang teduh (Lin, 1991). Bos et al. (1997) telah membuktikan bahwa kerusakan to-

koferol karena oksidasi dapat dipercepat dengan menaikkan suhu.

Penambahan asam sitrat dapat menekan angka peroksida selama penyimpanan. Asam sitrat berperan sebagai sinergi dalam memulihkan peran tokoferol sebagai antioksidan. Keadaan ini selain dikuatkan oleh rendahnya angka peroksida minyak yang ditambah asam

sitrat, juga turunnya angka peroksida minyak yang ditambah asam sitrat dengan konsentrasi yang lebih tinggi. Adanya logam pada minyak hampir tidak ada, sehingga asam sitrat tidak berperan sebagai pengkelat, hanya berperan sebagai sinergis, karena dapat menaikkan kemampuan zat antioksidan dalam menghambat reaksi oksidasi.

Asam sitrat mempunyai peranan sebagai sinergis terhadap tokoferol, sehingga tokoferol dapat aktif kembali sebagai antioksidan, maka reaksi berantai propagasi dapat dihambat karena peroksida yang terbentuk akan bereaksi dengan tokoferol. Asam sitrat merupakan sinergis yang sangat efektif (Hui, 1996).

Tabel 3. Hasil analisis sidik ragam aroma minyak

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	F anava	
					0,05	0,01
Sampel	8	25,965	3,1746	2,3132	2,34	3,06
Panelis	39	150,7679	3,8658	2,8168*	1,47	2,15
Galat	312	428,1750	1,3724			
Jumlah	359	604,3394				

* Beda nyata

Hasil analisis variansi (tabel 3) menunjukkan bahwa ada beda nyata mengenai aroma minyak yang telah diperlakukan dengan pemanasan cara basah, pemanasan cara kering dan penambahan asam sitrat, setelah penyimpanan selama 12 minggu.

Angka peroksida tertinggi 73,75 meq/kg minyak. Menurut Moego and R-surrccion (1993), aroma tengik minyak kacang karena autoksidasi baru dapat diterima secara inderawi apabila angka peroksidanya sebesar 250 meq/kg minyak kacang.

Hidroperoksida yang merupakan hasil reaksi utama pada autoksidasi minyak, tidak berpengaruh secara langsung

terhadap perubahan flavor dan aroma minyak yang tidak dikehendaki atau flavor dan aroma rancid. Flavor dan aroma rancid baru akan timbul setelah melalui berbagai reaksi dan oksidasi lebih lanjut dari peroksida serta hasil degradasi peroksida (Lin, 1991). Walaupun demikian, seringkali ditemui minyak kacang yang aromanya belum mengalami perubahan tetapi apabila dirasakan atau dipakai untuk menggoreng akan memberikan rasa getar. Ini berarti minyak kacang tersebut sudah mulai mengalami kerusakan. Jadi sebenarnya kerusakan minyak kacang dapat lebih awal diketahui dengan pengamatan terhadap rasa daripada pengamatan terhadap aroma minyak.

Tabel 4. Hasil analisis asam lemak bebas minyak kacang tanah dari berbagai perlakuan.

Perlakuan		Asam lemak bebas, % pada penyimpanan minggu ke						
Pemanasan	Penambahan asam sitrat	0	2	4	6	8	10	12
Kukus 30 menit	0 ppm	0,017	0,092	0,171	0,226	0,296	0,381	0,497
	200 ppm	0,017	0,085	0,154	0,188	0,269	0,375	0,473
Oven 15 menit	0 ppm	0,019	0,127	0,202	0,298	0,375	0,428	0,566
	200 ppm	0,019	0,116	0,198	0,283	0,363	0,402	0,554
Oven 30 menit	0 ppm	0,024	0,144	0,247	0,347	0,391	0,501	0,622
	200 ppm	0,024	0,145	0,237	0,338	0,392	0,499	0,612
Oven 45 menit	0 ppm	0,031	0,171	0,316	0,386	0,458	0,540	0,761
	200 ppm	0,031	0,160	0,306	0,370	0,431	0,506	0,664
Kontrol (tanpa pemanasan)		0,011	0,066	0,131	0,184	0,235	0,303	0,389

Makin lama penyimpanan berlangsung, makin banyak hidroperoksida yang dihasilkan dari oksidasi minyak, hidroperoksida bersifat labil sehingga mudah mengalami dekomposisi menjadi asam lemak bebas berantai pendek, se-

hingga asam lemak bebas minyak makin bertambah besar.

Oksidasi minyak dan dekomposisi hidroperoksida lebih cepat terjadi karena adanya peningkatan suhu pada waktu yang sama. Makin tinggi suhu biji

kacang tanah sebelum dikempa dan suhu 30°C, proses oksidasi minyak makin cepat, akibatnya hidroperoksida yang dihasilkan makin tinggi sehingga asam lemak bebas minyak bertambah besar. Oksidasi minyak akan tetap terjadi selama penyimpanan. Makin lama waktu penyimpanan, oksidasi minyak dan dekomposisi hidroperoksida sebagai produk oksidasi primer makin banyak, sehingga asam lemak bebas minyak meningkat.

Produk awal dari oksidasi minyak adalah hidroperoksida yang bersifat labil terhadap panas, sehingga mudah terdekomposisi lebih lanjut. Asam lemak bebas merupakan salah satu produk tersier dari proses oksidasi tersebut (de Man, 1999)

Suhu pemanasan sebelum biji kacang tanah dikempa, 90°C lebih tinggi dari suhu 30°C dan waktu penyimpanan yang makin lama, oksidasi minyak makin

tinggi. Hal ini disebabkan pertama karena adanya panas mempercepat terjadinya oksidasi minyak dan mengurangi tokoferol yang terkandung didalam minyak, kedua karena tokoferol dalam minyak makin mudah terdegradasi dengan bertambahnya panas dan waktu penyimpanan. Proses outooksidasi selama penyimpanan meningkatkan hasil hidroperoksida minyak, yang menunjukkan terikatnya oksigen pada ikatan rangkap semakin tinggi sehingga bilangan iodin semakin kecil (lihat tabel 5).

Winarno (1997) menyatakan bilangan iodine menunjukkan tingkat atau derajat ketidak jenuhan minyak, baik dalam bentuk asam lemak bebas atau dalam ikatan ester. Makin tinggi bilangan iodine, maka minyak semakin baik, karena ikatan rangkapnya belum teradisi oleh oksigen.

Tabel 5. Hasil analisis bilangan iodin minyak kacang tanah dari berbagai perlakuan

Perlakuan		Bilangan iodin minyak kacang tanah pada minggu ke						
Pemanasan	Penambahan asam sitrat	0	2	4	6	8	10	12
Kukus 30 menit	0 ppm	89,955	89,295	88,625	88,240	87,670	86,485	84,790
	200 ppm	89,955	89,420	88,730	88,470	87,925	86,620	85,000
Oven 15 menit	0 ppm	89,905	88,940	88,370	87,605	86,620	85,510	84,165
	200 ppm	89,905	89,015	88,410	87,810	86,720	86,010	84,280
Oven 30 menit	0 ppm	89,860	88,795	88,095	86,945	86,140	84,750	83,820
	200 ppm	89,860	88,810	88,160	87,060	86,215	84,765	83,845
Oven 45 menit	0 ppm	89,830	88,615	87,340	86,300	85,155	84,370	83,580
	200 ppm	89,830	88,685	87,485	86,655	85,500	84,675	83,685
Kontrol (tanpa pemanasan)		89,990	89,645	88,890	88,485	88,160	87,540	86,295

KESIMPULAN

Pada pemanasan secara basah (kukus) 90 °C selama 30 menit diperoleh rendemen 24,84%, angka peroksida 1,10 meq/kg minyak, 0,017% asam lemak bebas dan bilangan iodin 89,955.

Pada pemanasan secara kering (oven) 90 °C selama 45 menit diperoleh rendemen 21,83 %, angka peroksida 2,40 meq/kg minyak, asam lemak bebas 0,031 % dan bilangan iodin 89,830.

Pada pemanasan secara kering (oven) 90 °C selama 45 menit disimpan selama 12 minggu pada 30°C tanpa penambahan asam sitrat, angka peroksida 73,75 meq/kg minyak, asam lemak bebas 0,761 % dan bilangan iodin 83,580, sedangkan pada penambahan 200 ppm asam sitrat, angka peroksida 69,75 meq/kg minyak, 0,664 % asam lemak be-

bas dan bilangan iodin 83,685 dan tidak beraroma tengik.

Selama penyimpanan angka peroksida dan asam lemak bebas meningkat, sedangkan bilangan iodin menurun.

DAFTAR PUSTAKA

- Bos, M., Nylander, T., Arnebrant, T. and Clark, D.C, 1997, *Protein Interaction in Food Emulsifier and Their Applications*, Chapman and Hall, New York
- Byrd, S.J., 2001, Using Antioxidants to Increase Shelflife of Food Products, *Cereal Food World*, 46 : 48-53.
- Chiou, R.Y.Y., Liu, C.P., Hou, C.J., and Liu, C.D, 1995, Comparison of Fatty Acid Composition and Oxidative Stability of Peanut Oils

- Prepared from Spring and Fall Crops of Peanut, *J. Agric. Food Chem.*, 43 : 676 – 679
- Decker, E.A., 2002, Antioxidant Mechanism, In: Akoh, C.C. and D.B. Min, Editor: *Food Lipids, Chemistry, Nutrition and Biotechnology*, Marcel Dekker, Inc. New York.
- de Man, J. M, 1999, *Principle of Food Chemistry*, 3rd Ed., Aspen Publication Inc. Gaithersbury, Maryland
- Divino, G.L., Koehler, P.E. and Akoh, C.C., 1996, Enzymatic and Autoxidation of Deffated Peanut, *J. Food Sci.*, 61 : 112 – 120
- Fritsch, C.W., 1994, Lipid Oxidation the Other Dimensions, *Infor*, 5 : 423-436.
- Giese, J., 1996, Antioxidant: Tools for Preventing Lipid Oxidation, *Food Tech.*, 50: 73-81.
- Hui, Y.H., 1996, *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, 5th Ed., A Willey Interscience Publication John Willey & Sons Inc., New York
- Lin, S.S., 1991, Fat and Oils Oxidation in Introduction Co Fat and Oils Technology, *Am. Oil Chem. Soc. Champaign*, Illinois, 221 – 231
- Min, D.B. and Boff, J.M., 2002, Lipid Oxidation of Edible Oil, In : Akoh, C.C. and Min, D.B. Editor : *Food Lipids : Chemistry, Nutrition and Biotechnology*, Marcel Dekker, Inc. New York, Basel.
- Moego, K.F and Resurreccion, A.V.A., 1993, Physicochemical and Sensory Characteristics of Peanut Paste an Affected by Processing Conditions, *J. Food Proc. Preserv.*, 17: 321 – 336
- Nakayama, T., Osawa, T., Mendoza, E.M.T., Laurana, A.C., and Kawakishi, S., 1994, Comparative Study of Antioxidative Assays of Plant Materials, Postharvest Biochemistry of Plant Food Materials in the Tropics, *Jpn. Sci. Soc. Press*, Tokyo.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi, 1997, *Analisis Bahan Makanan dan Pertanian*, Liberty, Yogyakarta.
- Winarno, F.G., 1997, *Kimia Pangan*, Gramedia Pustaka, Jakarta.