

PRODUKSI DAN APLIKASI PRODUK MONOASILGLISEROL DARI MINYAK KELAPA DALAM PENGOLAHAN SANTAN AWET

[Production and Application of Monoacylglycerol Product from Coconut Oil in the Processing of Coconut Milk]

Mappiratu ¹⁾, Dedi Fardiaz ²⁾ dan Asriani Hasanuddin ¹⁾

¹⁾ Staf Pengajar Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Kampus Kaktus Tondo, Palu

²⁾ Staf Pengajar Jurusan TPG, FATETA-IPB, Kampus IPB Darmaga Bogor 16002

Diterima 29 Juni 2003 / Disetujui 31 Oktober 2003

ABSTRACT

Production of monoacylglycerol (MAG) from coconut oil was carried out in a reaction system consisting of coconut oil /glycerol/rice bran/hexane in the ratio of 2 : 0.8 : 10 : 40 (w/w/w/v) and agitated at 300 rpm for 90 hours. The rendement was 85.71% and the product contained 49.80% MAG. Fractination with ethanol 95% increade the MAG content i.e 86.50%. The fractination rendement was 49.30%. The fraction did not affect the fatty acid of the MAG. Application of fractionated MAG to preseve coconut milk at 0 and 1,0% of MAG did not affect flavour and colour of the coconut milk. In general, the appearance of coconut milk containing MAG was better the coconut milk without MAG. Coconut milk containing 0.75% MAG could be stured at cool and room temperature for 12 weeks without microbiological and physical defect.

Key words : Monoacylglycerol, rendement, application, coconut milk, fractination

PENDAHULUAN

Monoasilgliserol dari minyak kelapa selain dapat berperan sebagai emulsifier, juga dapat berperan sebagai antimikroba (Wang et al., 1993; Mappiratu, 1999). Hal tersebut disebabkan oleh jenis asam lemak minyak kelapa yang didominasi oleh asam lemak jenuh rantai pendek dan menengah (C8 sampai C14). Monoasilgliserol dari asam lemak rantai pendek dan menengah dilaporkan berperan sebagai antimikroba, sedangkan monoasilgliserol dari rantai panjang jenuh dan tidak jenuh tidak berperan sebagai antimikroba (Wang dan Johnsons, 1992; Wang et al., 1993).

Monolaurin berperan sebagai inhibitor bakteri gram positif, kamir, kapang, virus HIV-1 dan sel-sel tumor (Kato, 1981; Oh dan Marshall, 1994; Cotton dan Marshall, 1997; Kocacs et al., 1999). Monokaprin (MC8) dan monokaprilin (MC 10) dilaporkan berperan sebagai antimikroba dan dapat digunakan sebagai bahan pengawet pangan dan kosmetik (Kabara, 1984), sedangkan monomiristin (MC14) dilaporkan menghambat pertumbuhan *Listeria monocytogenes* dengan daya penghambatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan monokaprat, dan lebih rendah dibandingkan dengan monolaurin (Wang et al., 1993).

Penggunaan monoasilgliserol dari monolaurin sebagai bahan pengawet pangan telah dilaporkan oleh

beberapa peneliti. Bautista dan Griffiths (1992) melaporkan monolaurin dalam keju lembut dapat memperpanjang masa simpan 4 sampai 5 hari tanpa mempengaruhi sifat organoleptik keju lembut. Bautista et al., (1993) melaporkan penggunaan monolaurin 250 dan 500 ppm dalam keju lembut dapat menghambat pertumbuhan *Pseudomonas spp.*, koliform, kamir dan kapang di atas 90 % selama 7 hari penyimpanan pada suhu 6, 15 dan 21 °C.

Informasi tentang produksi dan aplikasi monoasilgliserol dari minyak kelapa masih sangat terbatas. Sehubungan dengan hal itu, penelitian ini bertujuan untuk memproduksi monoasilgliserol dari minyak kelapa menggunakan dedak padi sebagai biogliserolisis dan mengkaji peluang penggunaannya sebagai pengemulsi dan pengawet dalam pengolahan santan awet.

METODOLOGI

Bahan dan alat

Bahan dasar yang digunakan dalam penelitian ini mencakup : minyak kelapa yang dibuat dari buah kelapa segar secara tradisional (*wet rendering*); gabah dari varietas Maros yang diperoleh dari toko tani di daerah Bogor, digiling pada penggilingan padi di daerah Lewliang Bogor untuk mendapatkan komponen dedak yang dilanjutkan dengan pengeringan beku untuk mendapat dedak kering beku sebagai biogliserolisis, kelapa yang

diperoleh dari Pasar Ciampea Bogor. Bahan lain yang digunakan adalah bahan pembantu yang terdiri atas bahan kimia untuk analisis, medium reaksi dan untuk medium pertumbuhan mikroba. Bahan tersebut mencakup : Heksana, dietil eter, asam formiat, gliserol, gas nitrogen, natrium sulfat anhidrat, plat TLC silika gel G 60 F 254, medium PCA dan PDA. Bahan kimia yang digunakan semuanya pro analis dari E.Merck.

Peralatan yang digunakan mencakup : Kromatografi Gas (Simadzu), neraca analitik, homogenisasi ultra turax, oven analitik, lemari pendingin, shaker, pH meter, mikroskop, sterilisator, chamber, pengering beku, desicator, rotari vakum evaporator dan alat-alat gelas yang umum digunakan dalam Laboratorium kimia dan mikrobiologi pangan.

Metode

Produksi monoasilgliserol

Produksi monoasilgliserol dari minyak kelapa berlangsung dalam reaktor berpengaduk kapasitas 2 liter menggunakan dedak padi kering beku sebagai biogliserolisis. Reaksi berlangsung pada suhu ruang, agitasi 300 rpm, rasio dedak /minyak kelapa/glisrol/pelarut heksana 10 : 2 : 0,8 : 40 atas dasar b/b/b/v dan waktu reaksi 90 jam. Produk reaksi dipisahkan dari dedak secara penyaringan, kemudian dilanjutkan dengan pemisahan pelarut heksana menggunakan rotari vakum evaporator yang disempumakan dengan gas nitrogen. Produk bebas pelarut dianalisis fraksi masa komponen MAG,DAG,TAG dan FFA menggunakan Kromatografi Lapis Tipis Preparatif (KLTP) (Mappiratu, 1999). Monoasilgliserol yang telah terpisah dari komponen lain dianalisis komponen asam lemaknya dengan Kromatografi Gas (AOAC, 1995).

Pemurnian produk monoasilgliserol

Pemurnian produk monoasilgliserol dilakukan menggunakan metode fraksinasi dengan pelarut etanol 95 %. Untuk mengetahui rasio etanol/produk yang menghasilkan produk dengan derajat kemurnian tinggi, digunakan rasio etanol/produk yang bervariasi antara 1 : 1 dan 5 : 1 atas dasar v/v dengan selang rasio 1:1 (v/v). Campuran etanol dan produk didinginkan dalam lemari pendingin (refrigerator) selama 24 jam. Endapan yang terbentuk dipisah secara penyaringan vakum, kemudian cairan (filtrat) dirotari vakum evaporator untuk memisahkan komponen etanolnya. Produk monoasilgliserol bebas pelarut dianalisis derajat kemurniannya menggunakan metode KLTP, yang dilanjutkan dengan analisis komponen asam lemak monoasilgliserol menggunakan Kromatografi Gas.

Penggunaan produk monoasilgliserol dalam pengolahan santan

Santan dibuat mengikuti cara berikut : kelapa parut dicampur dengan air pada perbandingan 1 bagian kelapa parut dan 3 bagian air. Santan yang dihasilkan dipisahkan krim dari skim menggunakan bak kaca 10 liter yang dilengkapi dengan kran. Krim yang terpisah dicampur dengan produk monoasilgliserol dengan konsentrasi yang bervariasi antara 0,0 dan 1,0 % dengan selang konsentrasi 0,25 %, kemudian dihomogenisasi dengan homogenisasi ultra turax, dikemas dalam botol kaca dan dipasteurisasi selama 30 menit. Santan dalam kemasan botol disimpan pada suhu dingin dan suhu ruang. Pengamatan terhadap mutu santan (stabilitas emulsi, jumlah koloni mikroba dan sifat organoleptik) dilakukan setiap minggu selama 12 minggu, kecuali sifat organoleptik yang dilakukan hanya saat setelah pembuatan santan. Kestabilan emulsi ditentukan secara visual (Malik, 1987), sedangkan pengamatan terhadap jumlah koloni mikroba dilakukan menggunakan metode hitung cawan (Fardiaz, 1987). Pengamatan terhadap sifat organoleptik dilakukan dengan skala hedonik dari sangat suka (nilai 7) sampai sangat tidak suka (nilai 1) (Kartika, 1990) terhadap warna, aroma dan penampakan umum.

Analisis fraksi masa MAG, DAG, FFA dan TAG

Analisis fraksi masa komponen MAG, DAG, FFA dan TAG dilakukan menggunakan metode Kromatografi Lapis Tipis Preparatif (Mappiratu, 1999). Sampel yang akan dianalisis (produk reaksi dan hasil pemisahan) ditotolkan pada plat TLC silika gel G 60 F254 dengan penotolan yang melebar (0,5 cm) dan memanjang (18 cm). Plat TLC selanjutnya dielusi dalam chamber dengan eluen campuran heksana/dietil eter/asam formiat 80 : 20 : 2 (v/v/v) selama 2,5 jam. Noda yang terpisah pada plat TLC ditampakkan menggunakan penampak noda uap iodium, kemudian dikerik dan diekstraksi menggunakan pelarut dietil eter untuk noda MAG, heksana/dietil eter untuk noda DAG dan pelarut heksana untuk noda FFA dan TAG. Ekstrak yang diperoleh dibebaskan dari pelarut menggunakan gas nitrogen yang disempumakan melalui pemanasan dalam oven analitik suhu 100°C (sampai berat ekstrak konstan). Ekstrak yang beratnya telah konstan ditimbang dengan timbangan analitik, kemudian fraksi masa komponen ditentukan dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Fraksi masa (\%) komponen X} = \frac{\text{Berat X}}{\text{Berat total}} \times 100 \%$$

Komponen X = MAG, DAG, FFA dan TAG
 Berat total = berat MAG + DAG + FFA + TAG

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen dan derajat kemurnian produk MAG

Hasil pengukuran berat produk reaksi yang telah bebas pelarut ditemukan sebesar 180 gram dari penggunaan minyak kelapa 150 gram dan gliserol 60 gram, yang berarti rendemen produk mencapai 85,71 % atas dasar berat produk terhadap berat total substrat (berat minyak dan gliserol), atau 120 % atas dasar berat produk terhadap berat substrat minyak kelapa. Dengan mengacu kepada hukum kekekalan masa, rendemen hasil seharusnya 100 persen. Penurunan rendemen menjadi 85,71 % kemungkinan disebabkan oleh adanya gliserol yang tidak bereaksi dan tidak terikut pada proses pemisahan. Pencapaian rendemen 120 % atas dasar berat produk terhadap berat minyak kelapa memberikan indikasi gliserolisis berlangsung dengan biogliserolisis dedak padi.

Hasil analisis fraksi masa komponen (Gambar 1) menunjukkan produk reaksi mengandung 49,80 % MAG atau memiliki kemurnian 49,80 %. Tingkat kemurnian produk yang ditemukan lebih rendah dibandingkan dengan temuan Wang et al., (1993) 75 %, Kitu (2000) 77,68 % dan temuan Lukita (2000) 75,39 %. Akan tetapi rendemen produk yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan temuan Kitu (2000) dan Lukita (2000) masing-masing 29,47 % dan 31,06 %.

Peningkatan derajat kemurnian dilakukan melalui fraksinasi menggunakan pelarut etanol 95 % pada berbagai rasio etanol/produk. Hasil identifikasi fraksi cair dan padat dengan Kromatografi Lapis Tipis (KLT) menunjukkan MAG terkonsentrasi pada fraksi cair dengan luas noda yang meningkat pada peningkatan rasio etanol/produk sampai

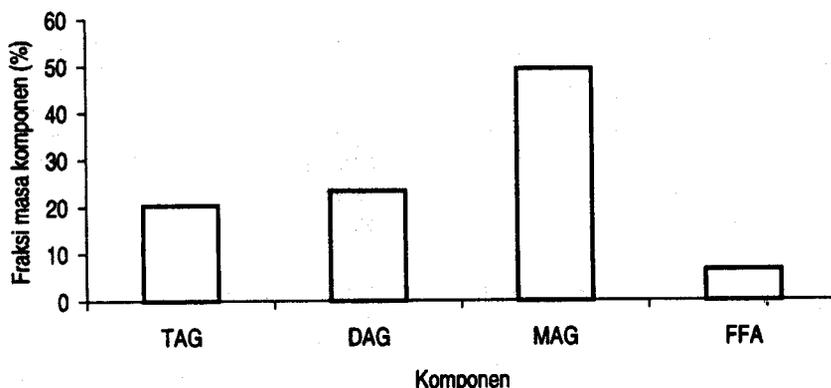
batas 3 : 1 (v/v). Rasio etanol/produk yang lebih tinggi (4 : 1 dan 5 : 1) tidak memberikan perbedaan luas noda yang berarti dengan rasio 3:1 (v/v). Keadaan tersebut memberikan keterangan MAG memiliki kelarutan yang lebih tinggi dibandingkan dengan TAG dan FFA dalam etanol 95 % pada suhu refrigerator.

Pemisahan pelarut etanol menghasilkan produk MAG dalam bentuk padat dengan berat 103,53 gram, yang berarti rendemen hasil 49,30 % atas dasar berat endapan terhadap berat total substrat, atau 69,02 % atas dasar berat minyak. Analisis fraksi masa komponen (Gambar 2) menunjukkan hasil fraksinasi mengandung 86,50 % MAG, yang berarti fraksinasi meningkatkan kemurnian produk dari 49,80 % menjadi 86,50 %.

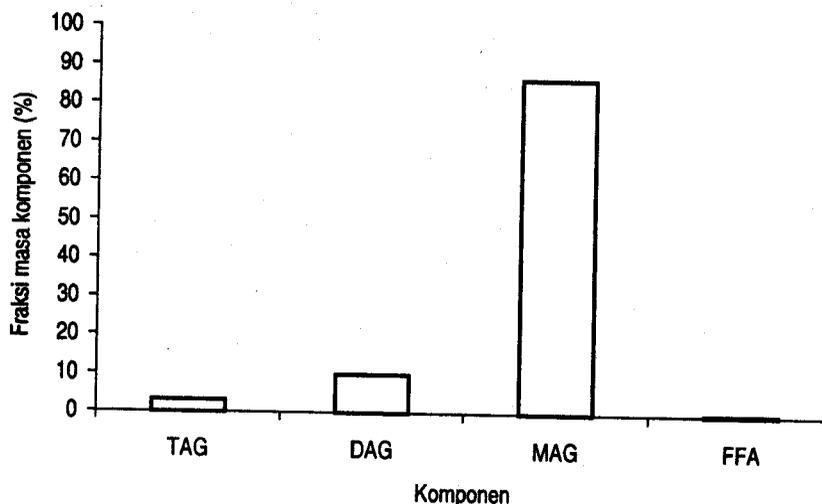
Hasil analisis komponen asam lemak MAG sebelum dan setelah fraksinasi (Tabel 1) menunjukkan jenis dan komposisi asam lemak mendekati sama sebelum dan setelah fraksinasi. Asam laurat, meristat dan palmitat relatif lebih tinggi setelah fraksinasi dibandingkan sebelum fraksinasi, sedangkan asam kapilat dan asam kaprat relatif lebih rendah dibandingkan sebelum fraksinasi.

Sifat organoleptik santan

Uji organoleptik santan yang mengandung MAG pada konsentrasi yang berbeda dilakukan dengan skala hedonik, atau uji kesukaan terhadap beberapa parameter mutu santan (wama, aroma dan penampakan umum) dengan skala 1-7. Skala 1 adalah sangat tidak suka, 2 = tidak suka, 3 = agak tidak suka, 4 = biasa, 5 = agak suka, 6 = suka dan 7 = sangat suka, dengan panelis yang terlatih sebanyak 20 orang.



Gambar 1. Histogram fraksi masa komponen MAG, DAG, FFA dan TAG produk monoasilgliserol



Gambar 2. Histogram fraksi masa komponen MAG, DAG, FFA dan TAG produk fraksinasi

Tabel 1. Komposisi asam lemak MAG sebelum dan setelah fraksinasi dengan etanol 95 % pada suhu refrigerator.

Jenis asam lemak	Komposisi asam lemak (%)	
	Sebelum fraksinasi	Setelah fraksinasi
Kaprilat (C8:0)	6.48	6.09
Kaprat (C10:0)	7.18	6.17
Laurat (C12:0)	53.89	54.12
Meristat (C14:0)	19.24	21.46
Palmitat (C16:0)	9.35	10.25
Stearat (C18:0)	0.00	0.00
Oleat (C18:1)	3.84	1.93
Linoleat (C18:2)	0.00	0.00

Warna

Hasil uji organoleptik terhadap parameter mutu warna santan menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang berarti antara santan tanpa MAG dengan santan yang mengandung MAG pada semua konsentrasi yang dicobakan (Gambar 3). Skala penerimaan rata-rata berada pada kisaran antara agak suka dan suka. Keadaan tersebut memberikan keterangan MAG tidak berpengaruh terhadap warna santan

Aroma

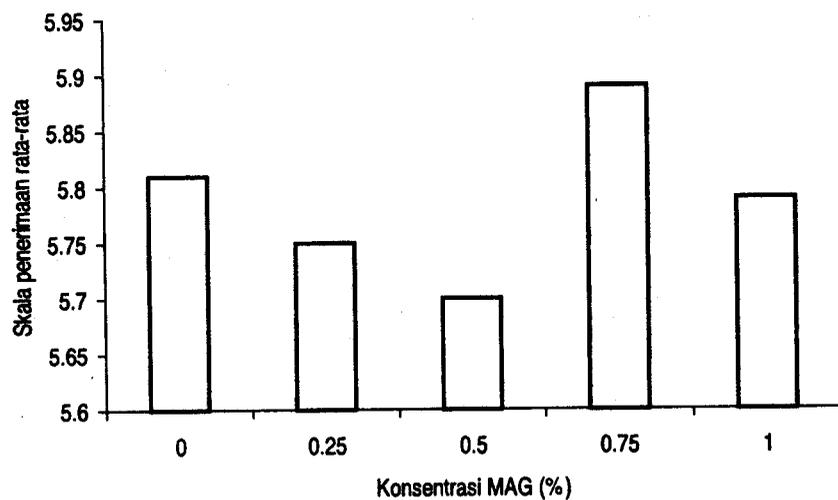
Hasil uji organoleptik terhadap parameter mutu aroma, yang dilakukan segera setelah produk santan dihasilkan menunjukkan MAG tidak berpengaruh terhadap aroma santan (Gambar 4). Skala penerimaan rata-rata berada pada kisaran antara agak suka dan suka.

Penampakan umum

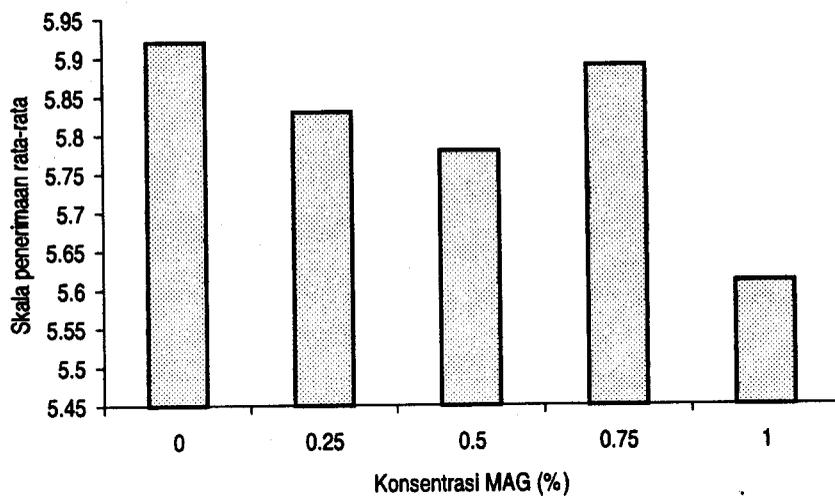
Penampakan umum yang dimaksud adalah penampakan secara keseluruhan, baik warna, aroma, kestabilan emulsi dan kekentalan produk santan. Hasil uji organoleptik terhadap penampakan umum, yang dilakukan segera setelah produk santan dihasilkan menunjukkan MAG berpengaruh terhadap penampakan umum santan. Santan yang mengandung MAG 0,75 % paling disukai panelis dengan skala rata-rata 6,11, sedangkan santan lainnya tingkat kesukaan panelis relatif sama, yaitu antara biasa dan suka (Gambar 5).

Daya Emulsifier MAG dalam Santan

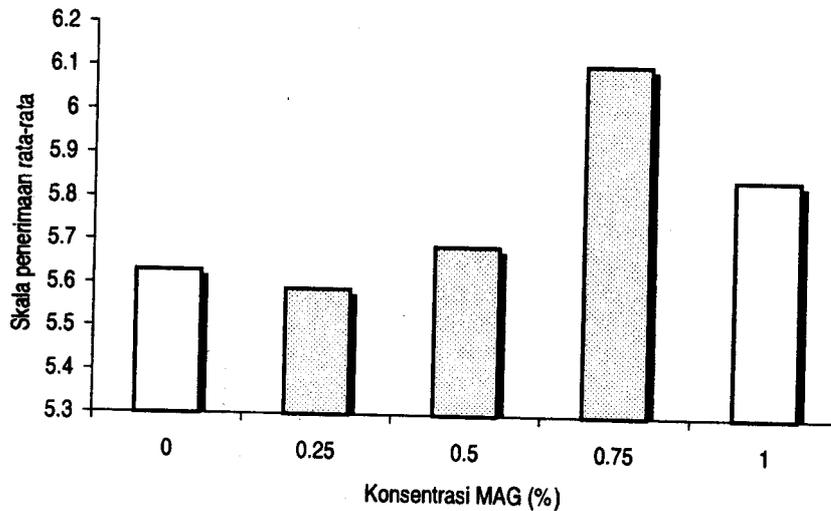
Hasil analisis stabilitas santan yang tersimpan pada suhu refrigerator dan suhu ruang menunjukkan emulsi santan yang tersimpan dalam suhu refrigerator stabil pada penyimpanan selama 12 minggu, sedangkan pada penyimpanan suhu ruang terdapat santan yang terpisah (sistem emulsinya tidak stabil), terutama pada penggunaan MAG dengan konsentrasi rendah. Hal tersebut teramati pada Gambar 6, yang memperlihatkan santan yang mengandung 0,75 % MAG relatif lebih stabil dibandingkan dengan santan yang mengandung 0,25, 0,5 dan 1,0 % MAG. Keadaan tersebut kemungkinan disebabkan pada konsentrasi MAG yang relatif tinggi terjadi perubahan kandungan minyak yang cukup berarti, yang menyebabkan sistem emulsi berubah.



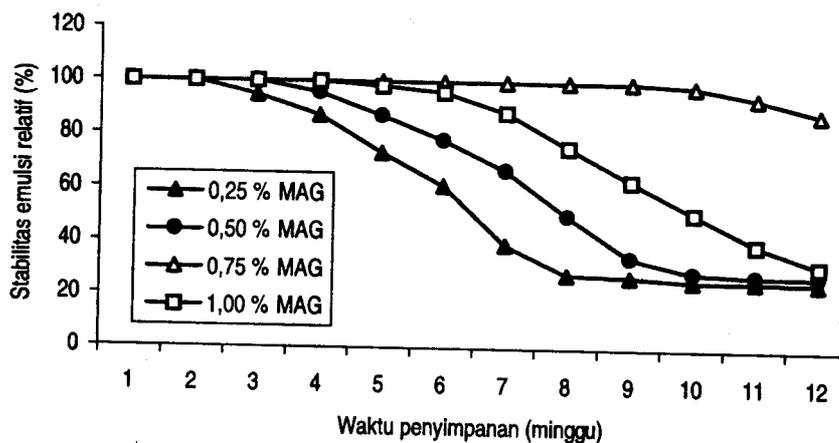
Gambar 3. Histogram hasil uji organoleptik terhadap mutu warna santan



Gambar 4. Histogram hasil uji organoleptik terhadap mutu aroma santan



Gambar 5. Histogram hasil uji organoleptik terhadap penampakan umum santan



Gambar 6. Pengaruh waktu simpan terhadap stabilitas relatif santan pada berbagai konsentrasi MAG

Aktivitas antimikroba MAG dalam santan

Hasil analisis total koloni mikroba menunjukkan santan yang tersimpan dalam suhu refrigerator relatif tahan terhadap kerusakan mikrobiologi dibandingkan dengan santan yang tersimpan dalam suhu ruang. Kondisi tersebut kemungkinan disebabkan oleh aktivitas mikroba pada suhu dingin relatif lebih rendah dibandingkan pada suhu ruang, sehingga pertumbuhan mikroba terhambat.

Santan yang tersimpan dalam suhu refrigerator yang mengandung MAG belum terkontaminasi mikroba sampai waktu penyimpanan 12 minggu, sedangkan yang tidak mengandung MAG (0 % MAG) telah terkontaminasi

mikroba pada minggu pertama penyimpanan dengan jumlah koloni 36×10^7 koloni/ml, dan pada penyimpanan minggu kedua ke atas telah berbau busuk. Keadaan tersebut memberikan keterangan MAG mampu menghambat pertumbuhan mikroba perusak santan pada penyimpanan suhu refrigerator dengan konsentrasi MAG 0,25 % atau mungkin lebih rendah.

Santan yang tersimpan dalam suhu ruang yang tidak mengandung MAG telah berbau busuk pada penyimpanan minggu pertama (Tabel 2), sedangkan yang mengandung MAG masih bebas mikroba sampai waktu penyimpanan 4 minggu untuk santan yang mengandung

Tabel 2. Hasil pengukuran total koloni santan yang tersimpan dalam suhu ruang pada berbagai konsentrasi MAG

Waktu penyimpanan (minggu)	Nilai total koloni mikroba santan yang mengandung MAG pada konsentrasi (%)				
	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00
1	Busuk	0	0	0	0
2	Busuk	0	0	0	0
3	Busuk	0	0	0	0
4	Busuk	0	0	0	0
5	Busuk	7×10^2	0	0	0
6	Busuk	88×10^2	0	0	0
7	Busuk	57×10^3	7×10^2	0	0
8	Busuk	28×10^5	17×10^2	0	0
9	Busuk	Busuk	57×10^2	0	0
10	Busuk	Busuk	74×10^3	0	0
11	Busuk	Busuk	87×10^4	0	0
12	Busuk	Busuk	94×10^5	0	0

0,25 % MAG, 6 minggu yang mengandung 0,5 % MAG dan 12 minggu yang mengandung 0,75 dan 1,0 % MAG. Keadaan tersebut memberikan keterangan penyimpanan santan pada suhu ruang memerlukan MAG dengan konsentrasi yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan penyimpanan santan pada suhu dingin (suhu refrigerator). Dengan mengacu pada kestabilan sistem emulsi santan yang tersimpan dalam suhu ruang, maka konsentrasi MAG sebesar 0,75 % merupakan konsentrasi terbaik untuk diterapkan pada pembuatan santan awet.

KESIMPULAN

Produksi MAG dalam reaktor berpengaduk kapasitas 2 liter yang berlangsung pada suhu ruang, agitasi pengaduk 300 rpm, waktu reaksi 90 jam dan komposisi reaksi minyak/glisrol/dedak/heksana 2 : 0,8 : 10 : 40 atas dasar b/b/b/v menghasilkan produk MAG dengan rendemen dan derajat kemurnian masing – masing 85,71 % atas dasar berat substrat dan 49,80 % (mengandung 49,80 % MAG). Fraksinasi dengan etanol 95 % pada suhu refrigerator menghasilkan produk yang derajat kemurniannya (86,50 %) meningkat mendekati dua kali lipat, namun rendemen yang dihasilkan (49,30 %) menurun sebanding dengan peningkatan kemurnian. Jenis dan komposisi asam lemak MAG tidak memberikan perbedaan yang berarti sebelum dan setelah fraksinasi.

Konsentrasi MAG yang mampu mencegah kerusakan mikrobiologi dan kerusakan fisik (sistem emulsi) santan meningkat antara santan yang tersimpan dalam suhu dingin (0,25 % MAG) dengan santan yang tersimpan dalam suhu ruang (0,75 % MAG). Mutu warna dan aroma tidak berbeda antara santan yang mengandung dan yang tidak mengandung MAG, akan tetapi penampakan umum santan relatif lebih baik yang mengandung MAG dibandingkan tanpa MAG.

DAFTAR PUSTAKA

- [AOAC]. Association of Official Agricultural Chemists. 1995. Official Methods of Analysis of AOAC International. Arlington, Virginia, USA.
- Bautista, D.A dan M.W. Griffiths. 1992. Extension of shelf life of cottage cheese using monolaurin. J. Dairy Science. 75 : 135 – 139
- Bautista, D.A dan M.W. Griffiths. 1992. Extension of shelf life of cottage cheese using monolaurin. J. Dairy Science. 75 : 135 – 139
- Bautista, D.A, A.R. Hill dan M.W. Griffiths. 1993. An all natural approach to preserve cottage cheese. Modern Dairy. 72 (1) : 12 – 13.
- Cotton, L.N dan D.L. Marshall. 1997. Monolaurin preparation method affects activity againts vegetative cell of *Bacillus cereus*. J. Food Sci. Technol. 30 (8) : 830 – 832.
- Fardiaz, S. 1987. Penuntun Praktikum Mikrobiologi Pangan. Lembaga Sumberdaya Informasi Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Kartika, B. 1990. Petunjuk Evaluasi Produk Industri Hasil Pertanian. PAU Pangan dan Gizi, UGM Yogyakarta.
- Kabara, J.J. 1984. Antimicrobial agents derived from fatty acids. J. Am. Oil. Chem. Soc. 61: 397 – 403.
- Kato, N. 1981. Antimicrobial activity of fatty acid and their esters againts a film forming yeast in soy souce. J. Food Safety. 3: 121 - 126
- Kato, N dan I. Shibasaki. 1995. Combined effect of citric and polyphosphoric acid on the anti-bacterial activity of monoglycerides. J. Antibacteriol. Antifung. Agents 4 : 254 – 259.

- Kitu, N. E. 2000.** Sintesis Mono-dan Diasilgliserol dari Destilat Asam Lemak Minyak Kelapa Melalui Reaksi Esterifikasi dengan Katalis Lipase *Rhizomucor meihei*. Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian IPB, Bogor
- Krog, N.J. 1990.** Food Emulsifiers and their Chemical and Physical Properties. In Food Emultions, (Ed) K. Larsson and S.E. Friberg, P. Marcel Dekker, New York.
- Kovacs, A., M. Schluchter dan K. Easley. 1999.** Cytomegalovirus infection and HIV-1 disease progression in infants born to HIV-1-infected women. *New England Journal of Medicine*. 341: 77-84
- Lukita, W. 2000.** Pemurnian, Karakterisasi dan Aplikasi Mono dan Diasilgliserol yang Diproduksi dari Destilat Asam Lemak Minyak Kelapa Melalui Teknik Esterifikasi dengan Katalis Lipase *Rhizomucor meihei*. Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian IPB, Bogor
- Malik, D., D. Fardiaz dan B.S.L. Jenie. 1987.** Pengaruh karboksimetil selulosa terhadap kestabilan emulsi dan mutu krim kelapa. *Media Teknol. Pangan* 3(1-2) : 62.
- Mappiratu. 1999.** Penggunaan Biokatalis Dedak Padi dalam Biosintesis Antimikroba Monoasilgliserol dari Minyak Kelapa. Disertasi Program Pascasarjana Sarjana IPB, Bogor.
- Oh, D.H dan D.L. Marshall. 1994.** Enhanced inhibition of *Listeria monocytogenes* by glycerol monolaurat with organic acids. *J. Food Science*. 59 (6): 1258 – 1261.
- Wang, L.L., B.K. Yang., K.L. Parkin dan E.A. Johnson. 1993.** Inhibition of *Listeria monocytogenes* by monoacylglycerols synthesized from coconut oil and milk fat by lipase-catalyzed glycerolysis. *J. Agric. Food Chem.* 41 : 1000 – 1005.