

OPTIMASI KECUKUPAN PANAS PADA PASTEURISASI SANTAN DAN PENGARUHNYA TERHADAP MUTU SANTAN YANG DIHASILKAN

Ermi Sukasih, Sulusi Prabawati, dan Tatang Hidayat

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapenen Pertanian
Jl. Tentara Pelajar No.12A Bogor 16114.

Email : bb_pascapenen@litbang.deptan.go.id, bb_pascapenen@cbn.net.id

Santan mengandung air yang tinggi serta lemak dan protein sehingga menyebabkan produk ini mudah rusak. Hal ini memerlukan teknologi untuk mempertahankannya, salah satu teknologi pengawetan yang telah populer dan murah adalah dengan pasteurisasi. Permasalahannya adalah belum ada data suhu dan waktu pasteurisasi untuk santan, sehingga perlu dihitung kecukupan panas untuk memperoleh kondisi optimal pasteurisasi. Pasteurisasi santan dilakukan pada tiga suhu (65,75 dan 85°C) selama (0,5,10,15 dan 20) menit, kemudian dilakukan penghitungan jumlah mikroba setelah pemanasan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ketahanan panas populasi mikroba santan (nilai D) adalah D65°C = 12,89 menit, D75°C = 10,95 menit, D85°C = 3,55 menit. Perubahan suhu yang menyebabkan reduksi mikroba sebesar satu nilai D (nilai z) adalah 35,71°C. Nilai pasteurisasi (nilai P) santan dengan sistim pasteurisasi 4D adalah 16,3 menit, suhu dan waktu yang optimal untuk pasteurisasi santan adalah 75°C selama 31,2 menit. Pemanasan berpengaruh nyata terhadap kadar air, protein, derajat putih, viskositas, bilangan peroksida, total mikroba, stabilitas emulsi, respon kesukaan aroma. Faktor pemanasan tidak berpengaruh nyata terhadap kadar abu, kadar lemak, bilangan asam dan FFA, penampakan umum serta respon kesukaan warna.

Kata kunci : santan, kecukupan panas, pasteurisasi

ABSTRACT. Ermi Sukasih, Sulusi Prabawati, and Tatang Hidayat. 2009. Heat adequacy optimization on coconut milk pasteurization and the effect on quality. Coconut milk contains a large number of water, fat and protein that makes the coconut milk perishable. It needs a technique to preserve the coconut milk. One of well known and cheapest preservation method is pasteurization. However there is no data about temperature level and optimum time of pasteurization process of coconut milk. For that reason the heat adequacy of coconut milk to get the optimum time of pasteurization has to be indentified. This research was done using three level of temperature (65°C, 75°C and 85°C) with five levels of heating time (0.5, 10, 15 and 20 m). The amount of microorganism in pasteurized coconut milk was counted. The results showed that thermal resistant microorganism of coconut milk (D value) are as follows: D65°C = 12.89 m, D75°C = 10.95 m, D85°C = 3.55 m with z value equal to 35.71°C. P value for 4D coconut milk pasteurization is 16.3 m. The optimum temperature and time of coconut milk pasteurization were 75°C for 31.2 m. Heating treatment significantly affected parameters viz. water content, protein, whiteness degree, viscosity, peroxidation value, total plate count, emulsion stability and liking responses on flavour of coconut milk. However, there was not any significant for ash content, fat acid value, free fatty acid, appearance and liking responses in colour.

Keywords : coconut milk, heat adequacy, pasteurization

PENDAHULUAN

Santan adalah emulsi minyak dalam air yang berwarna putih, yang diperoleh dengan cara memeras daging kelapa segar yang telah diparut atau dihancurkan dengan atau tanpa penambahan air (Tansakul dan Chaisawang, 2006). Pemanfaatan santan pada umumnya adalah untuk bahan campuran masak dan pembuatan kue. Proses untuk mendapatkan santan cukup merepotkan, sementara pada saat ini masyarakat menuntut suatu kepraktisan. Disamping itu santan mempunyai kendala sangat mudah rusak karena kandungan air, lemak dan protein yang cukup tinggi sehingga mudah ditumbuhi oleh mikroorganisme pembusuk. Santan yang tidak diberi perlakuan akan cepat rusak biarpun disimpan pada suhu dingin, hal ini karena mikroba santan memiliki waktu generasi yang singkat yaitu

232 menit pada suhu 10°C dan 44 menit pada suhu 30°C (Seow dan Gwee, 1997).

Pengawetan secara thermal sulit diterapkan pada santan, karena santan tidak dapat disterilisasi dengan pemanasan sebagaimana dilakukan terhadap produk yang lain. Hal ini disebabkan santan mengalami koagulasi jika dipanaskan diatas suhu 80°C, dan aroma (flavor) kelapa yang harum sebagian besar akan hilang (Satoto, 1999).

Hasil penelitian Kajs *et al.*, (1976), menunjukkan bahwa TPC (Total Plate Count) santan mencapai batas yang menyebabkan kerusakan organoleptik adalah sebesar $(1,2 \times 10^6 - 1,7 \times 10^8 \text{ CFU/ml})$ hanya dalam waktu 6 jam pada penyimpanan 35°C. Selain kerusakan oleh mikroba, santan kelapa sangat rentan terhadap kerusakan kimia (termasuk enzimatis), khususnya melalui oksidasi lemak dan hidrolisis yang menghasilkan bau dan rasa yang tidak enak. Secara fisik santan kelapa tidak stabil dan

cenderung terpisah menjadi dua fase. Menurut Tangsuphoom dan Coupland (2008), santan kelapa akan terpisah ke dalam fase kaya minyak (krim) dan fase kaya air (skim) dalam waktu 5-10 jam. Sementara itu, pengawetan santan dengan metode sterilisasi dapat menyebabkan beberapa kerusakan mutu produk, seperti pecahnya emulsi santan, timbulnya aroma tengik dan terjadi perubahan warna menjadi lebih gelap (agak coklat).

Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka perlu ditemukan teknologi untuk memproduksi santan awet yang dapat diterapkan di kelompok tani pedesaan. Di pasaran santan awet ini masih terbatas ragamnya dan hanya bisa diproduksi oleh industri besar dengan menggunakan teknologi *aseptic packaging* yang sulit diterapkan di pedesaan. Santan awet yang ada dipasaran (merk *Kara* dan *Cocomas*) mempunyai daya simpan sekitar satu tahun. Pengawetan dengan panas saat ini masih menjadi pilihan dengan alasan biaya yang lebih murah dan memerlukan teknologi yang sederhana, salah satunya adalah pasteurisasi. Pasteurisasi merupakan salah satu tahapan dalam proses produksi santan yang paling kritis. Pasteurisasi adalah proses pemanasan untuk memperpanjang umur simpan bahan pangan melalui pemanasan pada suhu di bawah 100°C yang bertujuan untuk membunuh mikroorganisme seperti bakteri, kapang dan khamir serta menginaktivasi enzim yang terdapat dalam bahan pangan itu sendiri dengan masih mempertimbangkan mutunya (Fellow, 1992). Keberhasilan dari suatu proses pasteurisasi adalah terpenuhinya kecukupan energi panas untuk menginaktivasi mikroorganisme yang menyebabkan kerusakan pada produk tersebut.

Pasteurisasi merupakan metode pengawetan yang sederhana sehingga sangat cocok untuk digunakan di kawasan pedesaan atau pada industri kecil. Permasalahannya adalah bahwa selama ini suhu dan waktu pasteurisasi yang digunakan masih mengacu pada produk lain misalnya produk susu yang biasanya dipanaskan pada suhu 65°C selama 30 menit. Diaplikasikannya suhu serta waktu untuk produk lain pada proses pasteurisasi santan dikhawatirkan dapat merusak nilai nutrisi yang terdapat dalam santan akibat suhu terlalu tinggi atau waktu yang terlalu lama. Sebaliknya, apabila suhu yang digunakan terlalu rendah dikhawatirkan proses pemanasan tidak mampu membunuh mikroorganisme patogen yang terdapat dalam santan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian optimasi untuk memperoleh kombinasi suhu dan waktu optimum untuk pasteurisasi santan sehingga diperoleh produk yang terpenuhi kecukupan panasnya untuk menginaktivasi mikroba patogen namun nutrisinya masih bagus.

Pada optimasi kecukupan panas terlebih dahulu dilakukan uji ketahanan panas untuk menginaktivasi populasi mikroba pada proses pasteurisasi santan. Ketahanan panas suatu mikroba dinyatakan dengan nilai D dan nilai z, sedangkan kecukupan panas dinyatakan dengan nilai P. Nilai D adalah waktu yang diperlukan untuk mereduksi mikroba sebesar satu siklus log pada suhu tertentu. Nilai z adalah perubahan suhu yang menyebabkan reduksi mikroba sebesar satu nilai D. Nilai P adalah waktu pemanasan pada suhu tertentu yang diperlukan untuk mencapai nilai pasteurisasi tertentu, dimana pada sterilisasi disebut nilai F (Heldman dan Singh, 2001). Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh kombinasi suhu serta waktu terbaik untuk pasteurisasi santan serta mengetahui pengaruh pemanasan terhadap mutu santan yang dihasilkan.

BAHATAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret sampai dengan bulan Agustus 2008 di Laboratorium Mikrobiologi dan Kimia Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Bogor. Bahan baku yang digunakan adalah buah kelapa tanpa tempurung dan sabut yang diperoleh dari pasar Bogor. Buah kelapa dikupas kulit arinya, lalu dicuci dengan air mengalir dan di *blanching* dengan air bersuhu 80°C selama 10 menit. Kemudian kelapa diparut dengan mesin pamarut dan di-*press* dengan kempa hidrolik 1379 kN/m² selama 15 menit dimana perbandingan kelapa dan air adalah 2:1 (b/v). Setelah itu dilakukan homogenisasi pada kecepatan 1100 rpm selama 10 menit. Sebanyak 10 ml santan dimasukkan ke dalam tabung reaksi tertutup untuk pengujian ketahanan panas. Uji ketahanan panas dilakukan dengan memanaskan santan pada kombinasi suhu 65, 75 dan 80°C dan waktu 0, 5, 10, 15 dan 20 menit. Sampel santan tersebut kemudian dihitung jumlah bakteri, kapang dan khamirnya. Percobaan dilakukan sebanyak tiga kali ulangan. Setelah itu, dilakukan penghitungan nilai D, nilai z dan nilai P.

Nilai D ditentukan dengan membuat plot antara waktu pemanasan (t) sebagai sumbu X dan log jumlah mikroba setelah pemanasan sebagai sumbu Y, dimana nilai D adalah merupakan $1/\text{slope}$. Nilai z ditentukan dengan membuat plot antara suhu pemanasan (T) sebagai sumbu X dan nilai D setelah pemanasan sebagai sumbu Y, dimana nilai z adalah merupakan $1/\text{slope}$ (Heldman and Singh, 2001). Nilai P dihitung pada setiap kombinasi suhu dan waktu pemanasan dengan persamaan:

$$P = 10^{(T-T_{ref})/z} \cdot t \dots\dots\dots (\text{Persamaan 1})$$

dimana, T adalah suhu santan, T_{ref} merupakan suhu referensi pasteurisasi yaitu 85°C , nilai z adalah nilai z populasi bakteri. Selanjutnya dibuat grafik ketahanan panas populasi bakteri dengan membuat plot antara nilai P sebagai sumbu X dan jumlah populasi setelah pemanasan. Untuk menetapkan nilai P yang sesuai dengan standar 4D dimana target mikroba yang akan diturunkan adalah dari 10^5 menjadi 10^1 adalah dengan menarik garis horizontal pada sumbu Y yang mempunyai nilai 10^1 sampai memotong kurva dan ditarik garis vertikal sampai memotong sumbu X . Titik potong sumbu X adalah merupakan nilai P seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Dari nilai P tersebut dapat dibuat beberapa kombinasi suhu dan waktu pasteurisasi untuk dilakukan optimasi.

Optimasi dilakukan berdasarkan nilai P yang diperoleh, pada nilai tersebut dibuat enam kombinasi suhu dan waktu pemanasan yang selanjutnya diberi kode K1, K2, K3, K4, K5, K6. Selanjutnya, dilakukan uji mutu santan dengan pasteurisasi pada beberapa kombinasi suhu yang telah ditetapkan dan dilakukan pengamatan terhadap mutu santan yang dihasilkan dengan melakukan analisis fisikokimiawi, mikrobiologi dan organoleptik. Rancangan yang digunakan adalah RAL dengan tiga ulangan. Analisis meliputi : kadar air (SNI 01-2891-1992), kadar lemak (SNI 01-2981-1992), bilangan asam dan kadar asam lemak bebas (SNI 01-3555-1998), uji bilangan peroksida (AOAC, 1995), pH (SNI 01-2981-1992), kadar abu (SNI 01-2891-1992), kadar karbohidrat (Winarno, 2002), total mikroba (TPC) (Fardiaz, 1989), stabilitas emulsi (Tangsuphoom dan Coupland, 2005), viskositas (Peamprasart dan Chiechwan, 2005), kadar protein (SNI 01-2891-1992), derajat putih dengan *whiteness tester* serta uji hedonik (Soekarto, 1985). Dari ke enam kombinasi suhu dan waktu pasteurisasi tersebut dipilih satu kombinasi yang menghasilkan santan dengan mutu terbaik berdasarkan SNI dan metode pembobotan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Optimasi Kecukupan Panas Pada Proses Pasteurisasi Santan

Berdasarkan hasil pengamatan, jumlah awal mikroba yang terdapat dalam santan cukup besar yaitu $3,5 \times 10^5$ koloni/ml untuk populasi bakteri dan $4,0 \times 10^3$ koloni/ml untuk populasi kapang dan khamir. Sumber kontaminasi diduga berasal dari bahan baku, peralatan, proses pengolahan dan kondisi lingkungan kerja (Seow dan Gwee, 1997). Kelapa yang digunakan adalah kelapa tanpa tempurung dan sabut yang diperoleh dari pasar. Oleh karena itu, mikroorganisme menjadi lebih mudah mencemari kelapa karena tidak lagi mempunyai pelindung. Selain itu air dapat menjadi salah satu sumber mikroorganisme dan ditambah

pula dengan kontakannya buah kelapa dengan alat-alat yang digunakan selama proses ekstraksi.

Pengujian ketahanan panas mikroba bertujuan untuk mengetahui kemampuan mikroba untuk bertahan hidup setelah diberi perlakuan suhu tertentu. Jumlah awal populasi bakteri lebih besar dibanding jumlah populasi kapang. Hal tersebut disebabkan santan merupakan produk yang memiliki nilai A_w yang tinggi. A_w (aktivitas air) adalah ketersediaan air dalam suatu bahan yang dapat digunakan oleh mikroorganisme. Nilai A_w yang tinggi merupakan media yang cocok bagi pertumbuhan bakteri dibandingkan kapang dan khamir. Pada umumnya mikroba yang sering mengkontaminasi santan adalah kelompok bakteri antara lain genera *Bacillus*, *Achromobacter*, *Microbacterium*, *Micrococcus* dan *Coliform*, kelompok kapang antara lain *Penicillium*, *Geotricum*, *Mucor*, *Fusarium*, kelompok khamir adalah *Sacharomyces Sp.* (Seow dan Gwee, 1997).

Selain jumlah awalnya lebih besar, dalam proses pemanasan pada beberapa kombinasi perlakuan menunjukkan bahwa populasi bakteri lebih tahan pemanasan dibandingkan dengan populasi kapang dan khamir. Pada pemanasan suhu 65°C selama 10 menit populasi kapang menunjukkan angka negatif. Hal serupa terjadi pada populasi mikroba yang terdapat pada jus mangga, populasi kapang non aktif pada pemanasan 55°C selama 10 menit, sementara itu populasi bakteri baru non aktif pada pemanasan suhu 70°C selama 15 menit (Ejechi et al., 1997). Kondisi tersebut disebabkan oleh adanya perbedaan struktur sel antara bakteri dan kapang/khamir.

Tabel 1. Nilai D dan z dari populasi bakteri pada santan
Table 1. D and z value of bacteria population in coconut milk

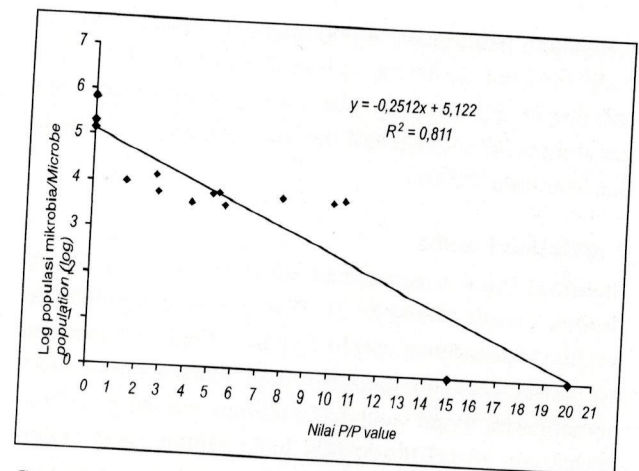
Suhu Pemanasan(°C)/ Heating temperature (°C)	Waktu Pemanasan (menit)/ Heating time (minutes) (X)	Log jumlah mikroba/ mikroba/ Microorganism logarithmic (Y)	Nilai D/ D Value D= 1/a (menit) (minutes)
65	0	5,30	D ₆₅ 0C=12,89 Log = 1,110
	5	4,00	
	10	3,80	
	15	3,60	
	20	3,56	
75	0	5,85	D ₇₅ 0C=10,95 Log = 1,039
	5	4,15	
	10	3,82	
	15	3,76	
	20	3,36	
85	0	5,15	D ₈₅ 0C=3,55 Log = 0,550
	5	3,78	
	10	3,71	
	15	0	
	20	0	
Nilai z =35,71°C z value = 35 71°C			

Baik bakteri, kapang maupun khamir memiliki alat perlindungan untuk menghadapi kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan. Namun, kemampuan untuk menghadapi kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan berbeda-beda. Pertahanan yang dimiliki bakteri adalah dengan membentuk endospora dan kapsul untuk menghadapi kondisi yang kurang menguntungkan (Buckle *et al.*, 1987).

Seperti halnya bakteri, beberapa jenis khamir memiliki kapsul namun khamir tidak memiliki spora aseksual yang tahan panas seperti yang dihasilkan oleh beberapa bakteri. Kapang menghasilkan spora aseksual yang tahan terhadap perubahan lingkungan. Namun, ketahanan yang dimiliki kapang tidak sebesar endospora bakteri yang tahan terhadap berbagai kondisi lingkungan (Fardiaz, 1989). Nilai D dan z dari populasi bakteri pada santan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan bahwa makin tinggi suhu pemanasan, makin kecil nilai D nya. Nilai D adalah waktu yang diperlukan untuk mereduksi mikroba sebesar satu siklus log pada suhu tertentu, sehingga makin tinggi suhu pemanasan maka makin singkat waktu yang diperlukan untuk menginaktivasi mikroba. Nilai $D_{65^\circ\text{C}}$ dari santan adalah 12,89, $D_{75^\circ\text{C}} = 10,9$ dan $D_{85^\circ\text{C}} = 3,55$ menit, sementara nilai z yang diperoleh untuk populasi bakteri santan adalah $35,71^\circ\text{C}$. Nilai z ini lebih rendah dibandingkan dengan nilai z populasi bakteri pada sari jeruk yaitu sebesar $46,3^\circ\text{C}$ (Sukasih dan Setyadjit, 2008) dan puree mangga sebesar $52,91^\circ\text{C}$ (Sukasih, 2005). Perbedaan ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti komposisi medium, kondisi lingkungan dan jenis serta adanya kompetisi mikroba (Doyle dan Mazzotta, 2000).

Populasi bakteri pada santan memiliki ketahanan panas yang lebih tinggi dibandingkan populasi kapang, maka nilai z populasi bakteri digunakan sebagai acuan dalam perhitungan nilai kecukupan panas (nilai P). Perhitungan kecukupan panas bertujuan untuk mengetahui jumlah panas yang diberikan pada bahan agar bahan yang dipanaskan memiliki jumlah mikroorganisme kecil namun kerusakan akibat pemanasan dapat diminimalisir. Untuk menghitung proses pemanasan bisa dipilih level steril yang berbeda dari kategori lemah sampai dengan ekstrim yaitu 2D, 3D, 4D dan seterusnya hingga 17D (Zanoni *et al.*, 2003), namun untuk pasteurisasi biasanya dipilih dosis 5D atau di bawahnya tergantung jumlah mikroba awalnya (Mazzotta, 2001; Fellow, 1992). Karena jumlah mikroba awal santan adalah 5 log, maka diperlukan dosis panas sebesar 4D sehingga diperoleh jumlah mikroba akhir 1 log. Pada Gambar 1 disajikan cara penetapan nilai P sesuai standar 4D pada pasteurisasi santan.



Gambar 1. Penetapan nilai P sesuai standar 4D pada pasteurisasi santan.

Figure 1. Determination of P value following 4D standard of coconut milk Pasteurization

Gambar 1 menunjukkan bahwa, nilai P adalah 16,3 menit, berdasarkan nilai P tersebut dapat ditentukan enam kombinasi suhu dan waktu yang memiliki nilai P 16,3 menit berdasarkan persamaan 1. Kombinasi tersebut adalah $65^\circ\text{C}/59,2$ menit, $70^\circ\text{C}/42,9$ menit, $75^\circ\text{C}/31,2$ menit, $80^\circ\text{C}/22,5$ menit, $85^\circ\text{C}/16,3$ menit dan $90^\circ\text{C}/11,8$ menit. Pemilihan enam kombinasi tersebut didasarkan pada literatur yang menyebutkan bahwa proses pasteurisasi berkisar pada suhu $70-90^\circ\text{C}$ (Tangsuphoom dan Coupland, 2005). Dalam industri pengolahan pangan yang melibatkan proses pemanasan, kecukupan panas perlu dihitung untuk menetapkan suhu dan waktu pasteurisasi yang optimal (Heldman dan Singh, 2001). Panas yang dikehendaki tidak berlebih berdasarkan pada ketahanan panas mikroba (Doyle dan Mazzotta, 2000). Menurut Waisundara *et al.*, (2007), kombinasi suhu dan waktu pasteurisasi yang dapat diaplikasikan pada santan adalah 72°C selama 20 menit termasuk dalam kategori *short term pasteurization*. Dari beberapa kombinasi suhu dan waktu pasteurisasi dipilih satu kombinasi terbaik sebagai rekomendasi.

B. Pengaruh Beberapa Kombinasi Suhu dan Waktu Pasteurisasi Terhadap Mutu Santan

1. Total Mikroba

Penghitungan jumlah mikroba sangat penting dilakukan terutama untuk produk pasteurisasi untuk mengetahui efektivitas dari proses pasteurisasi. Pada tahap awal proses dilakukan blanching, sehingga mampu mengurangi jumlah mikroba awal (Waisundara *et al.*, (2007). Jumlah mikroba pada santan tanpa pemanasan adalah $1,6 \times 10^5$. Setelah pemanasan pada suhu 65°C masih terdapat jumlah mikroba sebesar $1,3 \times 10^4$, pada suhu 70°C jumlah mikroba sebesar $3,2 \times 10^3$. Pada pemanasan suhu 75, 80, 85 dan 90°C , jumlah mikroba yang terdapat dalam santan adalah nol. Gambar 2 menunjukkan bahwa jumlah mikroba

mengalami penurunan. Berkurangnya jumlah mikroba yang terdapat di dalam santan disebabkan oleh telah tercukupinya panas yang diberikan pada santan sehingga dapat merusak sel vegetatif dari mikroba tersebut (Doyle dan Mazzotta, 2000).

2. Stabilitas Emulsi

Stabilitas emulsi merupakan parameter penting dalam produk emulsi. (Gambar 3). Pemanasan menyebabkan terjadinya penurunan stabilitas emulsi. Analisis ragam dan uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa pemanasan berpengaruh nyata terhadap stabilitas emulsi pada tiap perlakuan. Stabilitas emulsi pada santan yang belum dipanaskan adalah 22,09 persen, setelah mengalami pemanasan, stabilitas emulsi berada pada rentang 15,57-20,47 persen. Penurunan kestabilan emulsi disebabkan oleh denaturasi protein. Denaturasi Protein menyebabkan rusaknya ikatan protein sebagai agen pengemulsi. Selain itu juga disebabkan adanya pembesaran globula fase hidrofilik (Chiewchan *et al.*, 2006).

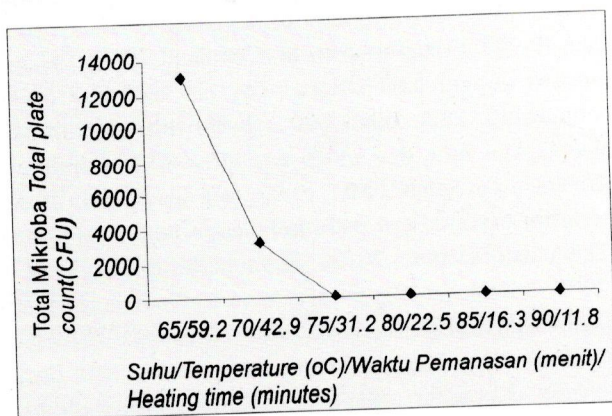
3. Viskositas

Viskositas santan memiliki kecenderungan meningkat setelah pemanasan. Santan tanpa pemanasan memiliki

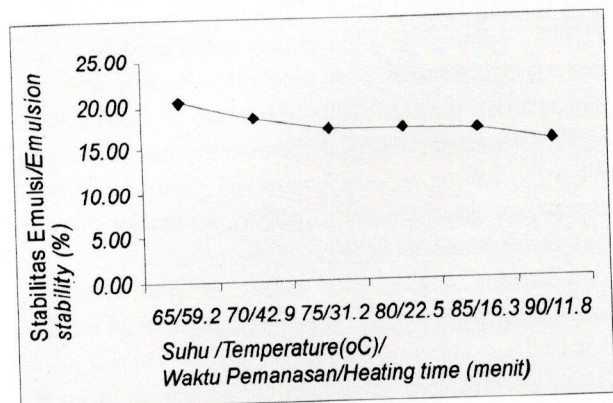
viskositas sebesar 7 cP. Setelah pemanasan pada suhu 65-75°C, santan memiliki viskositas yang sama dengan santan tanpa pemanasan yaitu 7 cP. Setelah pemanasan pada suhu 80-90°C, viskositas santan berada pada rentang 8-10 cP (Gambar 4). Peningkatan viskositas disebabkan oleh adanya penguapan kadar air selama proses pemanasan yang menyebabkan total padatan menjadi meningkat. Selain itu, peningkatan viskositas disebabkan oleh adanya protein yang terdenaturasi (Chiewchan *et al.*, 2006). Peningkatan viskositas terjadi pada pemanasan 80°C/22.5 menit, yaitu pada suhu terjadinya denaturasi protein. Komponen karbohidrat utama dalam santan adalah sukrosa dan pati (Anonymous, 1984). Pemanasan dapat menyebabkan terserapnya air ke dalam granula pati. Jumlah gugus hidroksil yang besar pada pati menyebabkan air yang pada awalnya berada di luar granula pati dan bebas bergerak terserap ke dalam granula pati dan tidak dapat bergerak bebas lagi.

4. Derajat Putih

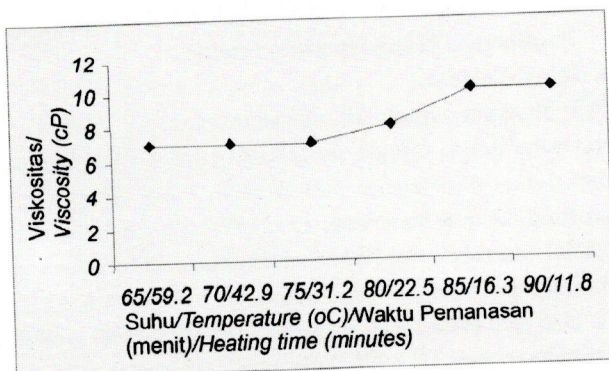
Pemanasan menyebabkan derajat putih pada santan semakin menurun. Analisis ragam menunjukkan pemanasan berpengaruh nyata terhadap derajat putih pada setiap perlakuan. Santan tanpa pemanasan memiliki



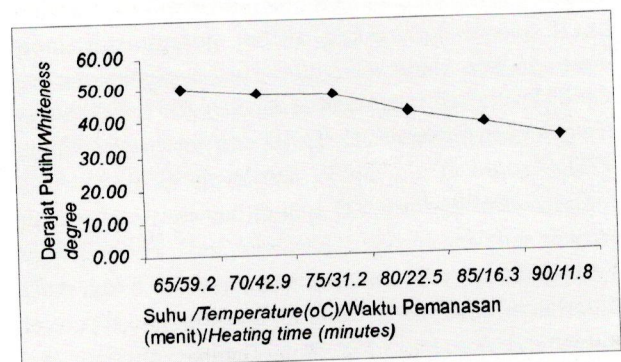
Gambar 2. Total mikroba
Figure 2. Total plate count



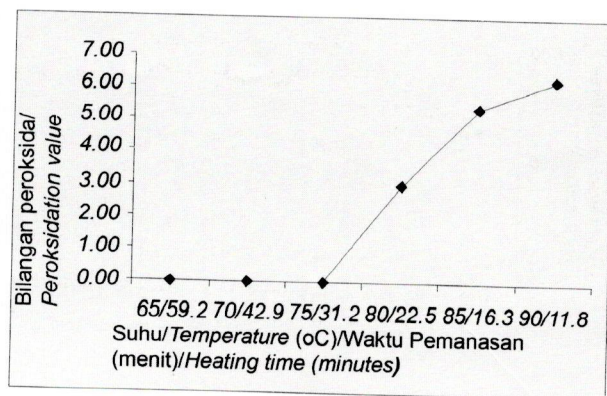
Gambar 3. Stabilitas emulsi
Figure 3. Emulsion stability



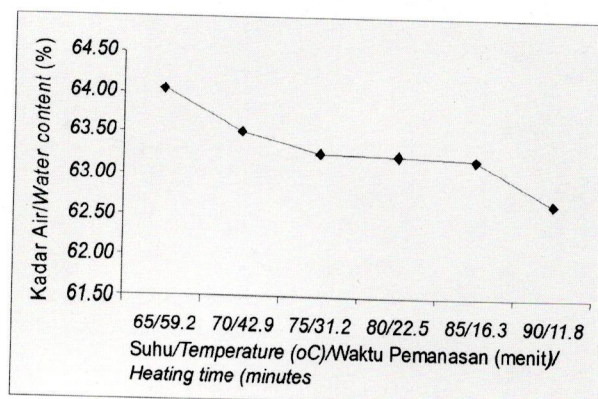
Gambar 4. Viskositas (Viscosity)
Figure 4. Viscosity



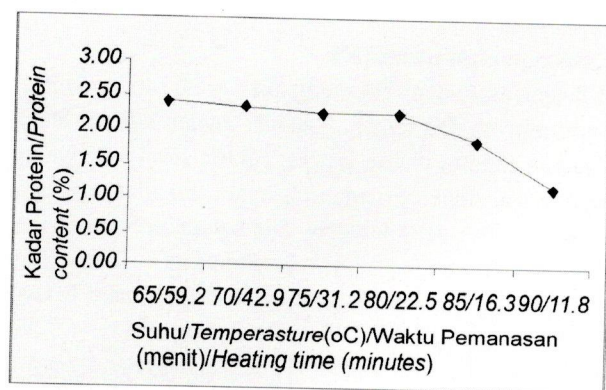
Gambar 5. Derajat putih
Figure 5. Whiteness degree



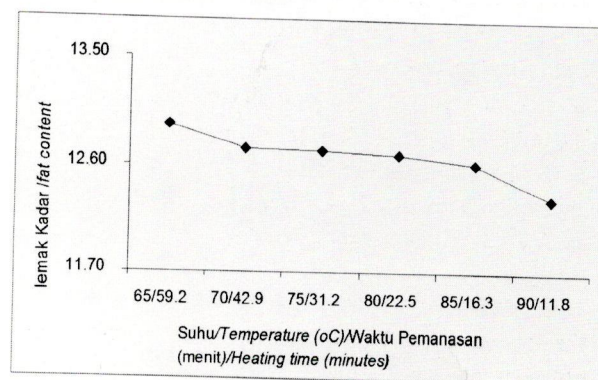
Gambar 6. Bilangan Peroksida
Figure 6. Peroxidation value



Gambar 7. Kadar Air
Figure 7. Water Content



Gambar 8. Kadar Protein
Figure 8. Protein content



Gambar 9. Kadar Lemak
Gambar 9. Fat content

derajat putih sebesar 51,06. Setelah pemanasan, derajat putih berada pada rentang 33,81-49,81 (Gambar 5). Penurunan derajat putih tersebut disebabkan oleh browning non enzimatis oleh adanya protein dan karbohidrat. Pada pemanasan suhu yang semakin tinggi, dapat menyebabkan timbulnya reaksi antara karbohidrat dan asam amino yang menghasilkan senyawa melanoidin yang menyebabkan timbulnya warna kecoklatan yang dikenal dengan reaksi *Maillard* (Chiewchan *et al.*, 2006).

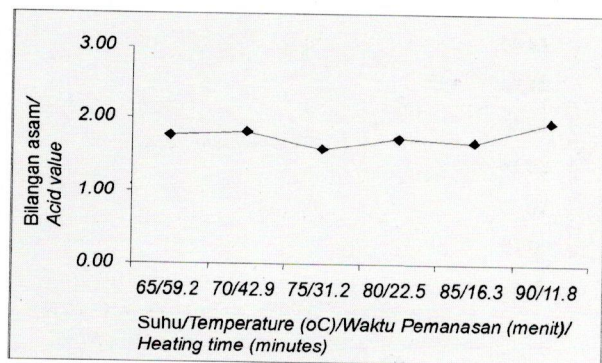
5. Bilangan Peroksida

Gambar 3c menunjukkan peningkatan bilangan peroksida pada pemanasan suhu 80-90°C. Analisa ragam dan uji lanjut Duncan, pemanasan berpengaruh nyata terhadap bilangan peroksida pada tiap perlakuan. Santan tanpa pemanasan memiliki bilangan peroksida 0. Pada pemanasan suhu 80-90°C, bilangan peroksida berada pada rentang 2,98-6,27. Meningkatnya bilangan peroksida disebabkan karena adanya reaksi oksidasi pada asam lemak tidak jenuh akibat proses pemanasan. Asam lemak tidak jenuh yang terdapat dalam kelapa adalah asam lemak palmitat, oleat dan linoleat. Semakin tinggi suhu yang digunakan akan mempercepat terjadinya proses oksidasi. Bilangan peroksida berhubungan dengan nilai FFA, pada suhu pemanasan

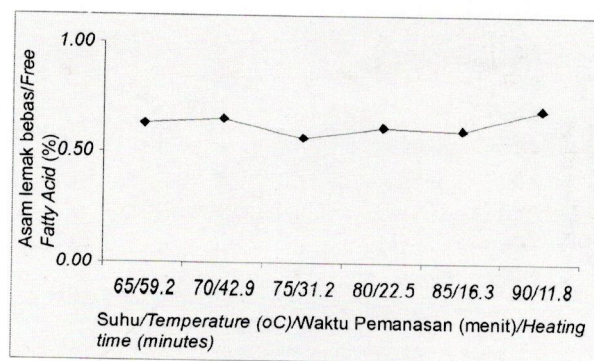
80-90°C nilai FFA juga mengalami peningkatan (Gambar 6). Bilangan peroksida merupakan indikator terjadinya ketengikan pada produk yang memiliki kandungan lemak. Semakin tinggi bilangan peroksida, maka semakin tinggi tingkat ketengikan suatu bahan pangan.

6. Kadar Air

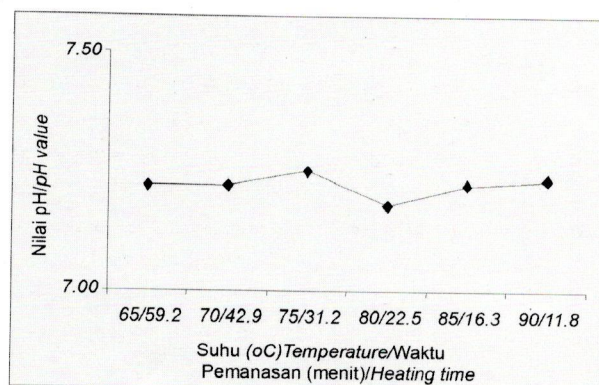
Kadar air dalam santan menunjukkan jumlah air yang terdapat dalam santan. Kadar air dalam santan berhubungan dengan A_w santan. Hal tersebut menentukan jenis mikroba dalam santan. Kadar air santan sebelum pemanasan adalah 64,01 persen, setelah pemanasan kadar air berkisar antara 62,65-63,50 persen. Gambar 7 menunjukkan bahwa kadar air selama pemanasan menurun. Hasil analisa ragam dan uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa pemanasan berpengaruh nyata pada setiap perlakuan. Penurunan kadar air disebabkan adanya air yang menguap selama pemanasan. Semakin kecil kadar air yang terdapat dalam santan, maka semakin baik pula mutu santan. Kadar air yang tinggi menyebabkan stabilitas emulsi santan semakin rendah. Selain itu, bahan yang memiliki kadar air yang tinggi biasanya memiliki nilai a_w yang tinggi pula, tingginya nilai a_w merupakan kondisi yang cocok bagi pertumbuhan mikroorganisme terutama bakteri.



Gambar 10. Bilangan Asam
Figure 10. Acid value



Gambar 11. Asam lemak bebas
Figure 11. Free fatty acid



Gambar 12. Nilai pH
Figure 12. pH value

7. Kadar Protein

Kadar protein memiliki kecenderungan menurun seiring dengan semakin tingginya suhu pemanasan (Gambar 8). Santan yang tidak dipanaskan, mempunyai kadar protein sebesar 2,76 persen, setelah pemanasan kadar protein berada pada rentang 1,17-2,76 persen. Analisis ragam dan uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa pemanasan berpengaruh nyata terhadap kadar protein pada tiap perlakuan. Penurunan kadar protein disebabkan oleh adanya denaturasi protein. Denaturasi protein menyebabkan ikatan antar asam amino menjadi terputus. Ikatan yang terputus tersebut kemudian bereaksi dengan ikatan pada karbohidrat membentuk senyawa melanoidin yang menyebabkan warna santan menjadi agak kecoklatan (Ames dan Hofmann, 2001).

8. Kadar Lemak

Kadar lemak mengalami penurunan akibat pemanasan. Analisis ragam menunjukkan penurunan kadar lemak akibat pemanasan tidak berpengaruh nyata terhadap semua perlakuan. Kadar lemak pada santan yang belum dipanaskan adalah sebesar 13,05 persen. Setelah pemanasan kadar lemak berada pada rentang 12,32-12,93 persen. Berkurangnya kadar lemak dalam santan setelah pemanasan disebabkan adanya hidrolisis lemak menjadi asam lemak bebas (Waisundara *et al.*, 2007).

9. Bilangan Asam dan FFA

Bilangan asam dan FFA merupakan salah satu parameter mutu minyak dan lemak. Analisis ragam dan uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa faktor suhu dan waktu pemanasan tidak berpengaruh nyata terhadap bilangan asam dan FFA yang terdapat dalam santan. Santan yang tidak dipanaskan memiliki bilangan asam 1,78 dan FFA 0,63 persen. Setelah pemanasan, bilangan asam berada pada rentang 1,58-1,96. FFA berada pada rentang 0,56-0,70 persen (Gambar 10 dan 11). Kenaikan bilangan asam dan FFA disebabkan oleh adanya proses hidrolisis lemak yang kemudian terurai menjadi asam lemak dan gliserol. Pada pengukuran nilai kadar lemak selama pemanasan, kadar lemak dalam santan tidak berbeda nyata antar perlakuan. Dengan demikian, jumlah lemak yang terurai menjadi asam lemak bebas sangat sedikit sehingga nilai FFA dan bilangan asam pun tidak mengalami perubahan yang nyata.

10. Nilai pH

Gambar 12 dan analisis ragam serta uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa faktor suhu dan waktu pemanasan memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap nilai pH pada semua perlakuan. Nilai pH pada santan yang tidak dipanaskan adalah 7,22. Setelah dipanaskan, nilai pH berada pada rentang 7,18-7,25. Penurunan pH dapat disebabkan adanya aktivitas mikroba dalam membentuk asam, nilai pH juga dipengaruhi oleh kandungan asam lemak bebas yang terdapat dalam santan. Berdasarkan hasil analisis kadar lemak, hidrolisis lemak menjadi asam lemak bebas sangatlah sedikit. Sedikitnya kadar asam lemak bebas dalam santan menyebabkan nilai pH pada santan tidak berubah secara signifikan.

11. Organoleptik

Analisis ragam menunjukkan bahwa suhu dan waktu pemanasan tidak berpengaruh nyata terhadap nilai kesukaan warna pada setiap perlakuan. Pada santan tanpa pemanasan nilai kesukaan terhadap warna memiliki nilai

rata-rata paling kecil yaitu 4,03. Hal tersebut menunjukkan panelis memiliki penilaian netral terhadap warna santan. Setelah pemanasan, nilai kesukaan rata-rata terhadap warna berada pada rentang 4,13-4,63. Panelis memiliki penilaian agak suka sampai suka terhadap warna santan setelah pemanasan. Meskipun derajat putih menunjukkan bahwa penurunan nilai derajat putih cukup signifikan, tetapi berdasarkan nilai kesukaan warna panelis memiliki nilai rata-rata yang hampir berdekatan. Hal tersebut disebabkan karena secara keseluruhan warna emulsi ditentukan oleh ukuran partikelnya (Kirk dan Othmer, 1950).

Analisis ragam menunjukkan pemanasan berpengaruh nyata terhadap nilai kesukaan panelis terhadap aroma. Nilai rata-rata kesukaan terhadap aroma santan tanpa pemanasan adalah 3,80. Hal tersebut menunjukkan bahwa, panelis memiliki penilaian netral-agak suka terhadap aroma santan tanpa pemanasan. Nilai rata-rata kesukaan panelis terhadap aroma santan setelah pemanasan berada pada rentang 2,93-4,17, yang menunjukkan bahwa panelis memiliki penilaian tidak suka sampai agak suka. Hal ini diduga selama pemanasan mengakibatkan terjadi penguapan aroma.

Penilaian terhadap penampakan umum didefinisikan sebagai penilaian yang meliputi warna, aroma serta kekentalan santan. Analisis ragam menunjukkan bahwa pemanasan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai kesukaan panelis terhadap penampakan umum santan. Nilai rata-rata kesukaan terhadap penampakan umum santan tanpa pemanasan adalah 3,90. Hal tersebut menunjukkan bahwa, panelis memiliki penilaian netral-agak suka terhadap penampakan umum santan tanpa pemanasan. Nilai rata-rata kesukaan panelis terhadap penampakan umum santan setelah pemanasan berada pada rentang 3,63-4,33. Hal tersebut menunjukkan bahwa panelis memiliki penilaian netral-agak suka.

C. Penentuan Kombinasi Suhu dan Waktu Pasteurisasi Santan Terbaik.

Penentuan kombinasi perlakuan terbaik untuk pasteurisasi santan adalah dengan metode pembobotan dan mengacu pada standar nasional SNI 1-3816-1995 serta CODEX-STAN 2003. Pembobotan dilakukan dengan memberikan bobot tertinggi pada parameter yang memiliki nilai paling mendekati standar. Kemudian bobot dari tiap parameter dijumlahkan dan bobot tertinggi merupakan kondisi terbaik. Secara umum beberapa parameter santan yang dihasilkan masih belum memenuhi standar SNI, kecuali pada angka lempeng totalnya menunjukkan angka nol, dan lebih rendah dari yang dipersyaratkan oleh SNI sebesar maksimal 10^5 cfu/ml. Sementara itu beberapa parameter seperti kadar air, kadar lemak dan pH santan baik yang

telah dipasteurisasi maupun belum dipasteurisasi telah memenuhi standar CODEX.

Berdasarkan hal tersebut maka perlakuan terbaik yang dipilih adalah pada suhu 75°C selama 31,2 menit. Hal tersebut dikarenakan berkaitan erat dengan nilai nutrisi santan dengan kondisi mutu kadar air 63,23 persen, kadar abu 0,49 persen, kadar protein 2,25 persen, kadar lemak 12,71 persen, pH 7,25, viskositas 7, stabilitas emulsi 17,24, derajat putih 47,65, bilangan peroksida 0, bilangan asam 1,58, FFA 0,56 persen, total mikroba 0, nilai kesukaan aroma 3,80, nilai kesukaan warna 4,47, nilai kesukaan penampakan umum 3,93. Perbandingan antara mutu santan terbaik dengan SNI dan CODEX disajikan pada Tabel 2.

Pemenuhan standar CODEX maupun SNI dapat dilakukan dengan cara menambahkan bahan tambahan makanan tertentu yang diizinkan untuk dipakai agar santan yang dihasilkan dapat memenuhi standar yang telah ditentukan. Penambahan bahan tambahan makanan yang biasa digunakan dalam produk santan adalah *stabilizer*, *emulsifier*, lemak, protein. Selain hal di atas pada santan pasteurisasi sebaiknya ditambahkan bahan pengawet dalam batas tertentu, penyimpanan suhu dingin, dengan menggunakan kemasan tertentu yang dapat menjaga keawetan produk.

KESIMPULAN

1. Waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan mikroba sebesar 1 siklus log (nilai D) pada santan adalah : pada suhu pemanasan 65°C adalah 12,89 menit, pada suhu 75°C adalah 10,95 menit dan pada suhu 85°C adalah 3,55 menit. Selang suhu yang diperlukan untuk mereduksi mikroba sebesar satu nilai D (nilai z) adalah $35,71^\circ\text{C}$. Nilai pasteurisasi yang dapat menurunkan jumlah mikroba sebesar 4 siklus logaritmik adalah 16,3 menit. Hal tersebut dapat diartikan bahwa pemanasan terhadap santan dapat dilakukan pada kombinasi suhu dan waktu pemanasan yang memiliki nilai pasteurisasi sebesar 16,3 menit.
2. Enam kombinasi suhu dan waktu yang mempunyai nilai pasteurisasi sebesar 16,3 adalah $65^\circ\text{C}/59,2$ menit, $70^\circ\text{C}/42,9$ menit, $75^\circ\text{C}/31,2$ menit, $80^\circ\text{C}/22,5$ menit, $85^\circ\text{C}/16,3$ menit dan $90^\circ\text{C}/11,8$ menit dengan kondisi terbaik adalah pada pemanasan suhu $75^\circ\text{C}/31,2$ menit.
3. Faktor pemanasan berpengaruh nyata terhadap kadar air, protein, derajat putih, viskositas, bilangan peroksida, total mikroba, stabilitas emulsi, respon kesukaan aroma. Faktor pemanasan tidak berpengaruh nyata terhadap kadar abu, kadar lemak, bilangan asam dan FFA, penampakan umum serta respon kesukaan warna.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Rini Indriani yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ames, J.M and T.F.Hofmann.2001. Chemistry and physiology of selected food colorants. Washington, DC:ACS, p.227.
- Anonymous. 1984. Coconut Cream, Raw. NDB no. 12115, Nutrition Data Base. University of Minnesota, USA
- Buckle, K.A, R.A. Edward, J.H. Fleet, and M. Wooton. 1987. Ilmu Pangan. UI Press. Jakarta.
- Chiewchan, N., Phungamngoen, C and S.Siriwattanayothin.2006. Effect of homogenizing pressure and sterilizing condition on quality of canned high fat coconut milk. *J. Food Engineering* 73:38-44.
- Codex 240. 2003. Codex Standard for Aqueous Coconut Products. *Journal of Codex Stan 240*. Hal 1-4
- Doyle, M.E and A.S.Mazzota.2000. Review of studies on the thermal resistance of Salmonella. *J. Food Protection*. 63(6):779-795.
- Ejechi, B.O., Souzey, J.A and D.E. Akpomedaye.1998. Microbial stability of mango juice preserved by combined application of mild heat and extracts of two tropical spices. *J.Food Protection*. 61(6):725-727.
- Fardiaz, S. 1988. Mikrobiologi Pangan. Jurusan TPG, FATETA, IPB. Bogor.
- Fellow, P.J. 1992. Food Processing Technology. CRC Press. New York .
- Heldman, D.R and R.P. Singh. 2001. Introduction to Food Engineering. London: Academic Press.p. 334-339.
- Kajs, T.M., Hagenmaier, R., Anderzant, C and K.F.Mattil.1976. Microbiological evaluation of coconut and coconut products. *J. Food Science*. 41:362-366.
- Kirk, R. E. dan O. F. Othmer. 1950. Encyclopedia of Chemical Technology. The Interscience Encyclopedia, inc. New York.
- Mazzotta, A.S.2001. Thermal inactivation of stationary phase and acid adapted E.Coli O157:H7, Salmonella and L.Monocytogenes in fruit juices. *J. Food Protection*. 64(3):315-320.
- Peamprasart, T dan N. Chiecwan. 2005. Effect of Fat Content and Preheat Treatment on the Apparent Viscosity of Coconut Milk After Homogenization. *J.Food Science* 77:653-658
- Satoto, A. 1999. Teknik Pengawetan Santan. ST 27/10-3/11/99 Kelapa II
- Seow, C.C and C.N. Gwee.1997. Coconut milk: Chemistry and technology.Review. *International Journal of Food Science and Technology*. 32:189-201.
- SNI-01-2891-1992. 1992.Cara Uji Makanan dan Minuman. Dewan Standar Nasional Indonesia. Jakarta
- SNI-1-3816-1995. 1995. Santan Cair. Dewan Standar Nasional Indonesia. Jakarta
- SNI 01-3555-1998.1998. Uji Minyak dan Lemak. Dewan Standar Nasional Indonesia. Jakarta.
- Soekarto, S.T.1985. Penilaian Organoleptik untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian.Bhatara Karya Aksara. Jakarta.
- Sukasih, E. 2005. Analisis Kecukupan Panas Pada Proses Pasteurisasi Puree Mangga. Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sukasih, E. and Setyadjit. 2008. Study on heat resistance and heat adequacy to inactivate microorganism population in pasteurized puree citrus juices Cv. Siam. *Indonesian Journal of Agriculture*. Volume 1, Number 1. Indonesian Agency for Agricultural Research and Development. Ministry of Agriculture, Republic of Indonesia.
- Tangsuphrom, N and J.N.Coupland. 2008. Effect of surface active stabilizers on the microstructure and stability of coconut milk emulsion. *J.Food Hydrocolloids* 22:1233-1242.
- Tansakul, A dan P.Chaisawang.2006. Thermophysical properties of coconut milk. *J.Food Engineering* 73:276-280.
- Waisundara, V.Y., Perera, C.O and P.J.Barlow.2007. Effect of different pre-treatments of fresh coconut kernels on some of the quality attributes of the coconut milk extracted. *J.Food Chemistry* 101:771-777.
- Winarno, F. G. 2002. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia, Jakarta.
- Zanoni, B., Pagliarini, E., Giovanelli, G and Lavelli.2003.Modelling the effects of thermal sterilization on the quality of tomato puree. *J. Food Engineering* 56: