

# PENGARUH LARUTAN PENGAWET DAN CARA STERILISASI TERHADAP SIFAT FISIK, KIMIA, MIKROBIOLOGI SERTA SIFAT ORGANOLEPTIK PRODUK LADA HIJAU DALAM LARUTAN GARAM

Widaningrum dan Tri Marwati

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian

Jl. Tentara Pelajar 12 A Bogor

email :bb\_pascapanen@litbangdepan.go.id, bb\_pascapanen@cbn.net.id

Terjadinya kecenderungan penurunan ekspor lada Indonesia memicu munculnya pemikiran untuk menambah sekaligus menjamin kelangsungan pendapatan petani serta meningkatkan nilai ekonomi lada, melalui diversifikasi produk lada. Salah satu produk diversifikasi lada yang dapat diterima di pasar internasional dan potensial dikembangkan di Indonesia adalah lada hijau dalam larutan garam. Komposisi larutan pengawet seperti garam dan asam sitrat serta cara sterilisasi sangat menentukan mutu produk lada hijau dalam larutan garam. Berdasar latar belakang tersebut maka dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi garam dan asam sitrat sebagai larutan pengawet dan cara sterilisasi terhadap sifat fisik, kimia, mikrobiologi dan organoleptik lada hijau dalam larutan garam. Lada hijau segar diperoleh dari Serang, Banten. Tahapan penelitian yang dilakukan meliputi karakterisasi buah lada hijau segar, proses pengolahan lada hijau dalam larutan garam dan karakterisasi lada hijau dalam larutan garam yang dihasilkan. Percobaan dirancang secara Acak Lengkap Faktorial dengan dua kali ulangan. Faktor pertama yaitu konsentrasi garam dapur (A), A1= 10%, A2= 12% dan A3 = 14%. Faktor kedua konsentrasi asam sitrat (B), B1= 1,5%, B2 = 2,0 % dan B3 = 2,5 %. Faktor ketiga adalah cara sterilisasi (C), C1= air mendidih (100°C) dan C2 = autoklaf (121°C). Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi garam berpengaruh nyata terhadap pH larutan produk; konsentrasi asam sitrat berpengaruh nyata terhadap tekstur produk, pH buah lada, pH larutan produk; sedangkan cara sterilisasi secara tunggal berpengaruh nyata terhadap pH buah lada, kejernihan larutan produk dan jumlah mikroba (TPC) lada hijau dalam larutan garam. Melalui kajian terhadap hasil penelitian tersebut, lada hijau dalam larutan garam 10% dan asam sitrat 1,5% sebagai larutan pengawet serta sterilisasi dengan air mendidih merupakan kombinasi perlakuan yang optimal.

**Kata kunci:** lada hijau, garam, asam sitrat, cara sterilisasi, mutu produk

**ABSTRACT.** Widaningrum and T. Marwati. 2007. Effect of preservative solution and sterilization method on physical, chemical, microbiological and organoleptic properties of green pepper in brine. Decreasing trend on Indonesian pepper export activity triggered the opinion to add a guarantee farmer's income continuity, and to improve economic value of pepper, through product diversification. One of pepper product diversification which can be accepted in international market and potential to be developed in Indonesia is green pepper in brine. Composition of preservative solution (i.e. salt and citric acid) and sterilization method effects the quality of green pepper in brine. The objective of this study was to know the effect of salt and citric acid concentration and sterilization method on physical, chemical, microbiological and organoleptic properties of green pepper in brine. Fresh green pepper berries were obtained from Serang, Banten. The experiments done were: characterization of fresh green pepper berries, processing of green pepper in brine, and characterization of green pepper in brine. The process was designed in Factorial Completely Randomized Design, with two replicates. First factor was salt concentration (A), A1= 10%, A2= 12% and A3 = 14%. Second factor was citric acid concentration (B), B1= 1,5%, B2 = 2,0 % and B3 = 2,5 %. Third factor was sterilization method (C), C1 = boiling water (T 100°C), and C2 = autoclave (T 121°C). Results showed that concentration of salt had an effect on pH of product's solution; concentration of citric acid had effects on product's texture, pH of green pepper berries and pH of product's solution; while sterilization method had effects on pH of green pepper berries, the clarity of product's solution and total plate count (TPC) on green pepper in brine. By studying the research results, green pepper in brine processing used 10% salt and 1,5% citric acid as preservative solution combined with boiling water sterilization was the optimum treatment combination.

**Keywords:** green pepper, salt, citric acid, sterilization method, product quality

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu produsen dan eksportir lada (*Piper nigrum* L.) terbesar di dunia, dimana  $\pm 90\%$  dari produksinya ditujukan untuk ekspor. Namun demikian, pada periode tahun 2000-2004 volume dan kontribusi ekspor lada Indonesia terhadap pasar dunia cenderung

mengalami penurunan dengan laju berturut-turut 9,2% dan 15,5% per tahun (IPC, 2002). Terlepas dari fluktuasi produksi lada Indonesia, penyebab utama menurunnya ekspor lada Indonesia di antaranya disebabkan bervariasinya mutu lada yang dihasilkan, meningkatnya standar mutu yang dikehendaki negara-negara konsumen lada, dan munculnya negara-negara penghasil lada baru yang perkembangannya sangat pesat.

Di pasar internasional selain lada putih dan lada hitam dikenal pula produk-produk lada yang lain seperti lada hijau, lada pink, oleoresin lada dan minyak lada (Purseglove *et al.*, 1981). Salah satu produk yang potensial dikembangkan di Indonesia adalah lada hijau dalam larutan garam. Pangsa pasar lada hijau baru sekitar 1,16% dari total produksi lada dunia, namun harganya jauh lebih tinggi (US\$ 7.34/kg) dibanding lada hitam (US\$ 3.51/kg) dan lada putih (US\$ 6.49/kg) (IPC, 1990). Seiring prospek pemasarannya yang masih luas ke seluruh dunia khususnya untuk diekspor ke negara-negara maju konsumen lada, pangsa pasar yang lebih besar sangat potensial untuk diciptakan. Di beberapa negara Eropa seperti Prancis dan Jerman, lada hijau dalam larutan garam kini menjadi produk favorit. Penggunaan produk ini terutama sebagai rempah-rempah yang dapat dijadikan hiasan (*garnish*) pada *steak* atau olahan daging panggang lainnya, biasanya disajikan di restoran (Mathew, 1993a).

Pengolahan lada hijau dalam larutan garam diperlukan untuk menambah sekaligus menjamin kelangsungan pendapatan petani, serta meningkatkan nilai ekonomi lada. Untuk menghasilkan produk olahan lada hijau dalam larutan garam dengan mutu yang baik dan masa simpan yang lama, ada sejumlah faktor yang perlu diperhatikan, di antaranya penanganan buah sebelum pengolahan serta kondisi proses dan penambahan bahan pengawet yang optimum (Muchtadi, 1989; Pruthi, 1992; Hidayat dan Risfaheri, 1994; Nurdjannah, 1996). Pengolahan lada hijau dalam larutan garam meliputi beberapa tahap yaitu persiapan bahan baku (perontokan, sortasi, pencucian), pembuatan larutan pengawet, pembotolan, pengemasan, penghampaan dan sterilisasi (Mathew, 1993a). Komposisi larutan pengawet dan cara sterilisasi sangat menentukan mutu dan daya simpan produk lada hijau. Larutan pengawet pada pembuatan lada hijau ini terdiri atas garam dan asam. Menurut Pruthi (1992), jenis asam yang digunakan bervariasi. Asam sitrat bersifat cepat larut dalam air dan merupakan salah satu jenis asam yang dapat digunakan dalam pengolahan lada hijau dalam larutan garam. Dari segi mikrobiologis asam asetat mempunyai sifat sebagai pengawet yang lebih baik dibandingkan dengan asam sitrat, tetapi dari retensi warna selama penyimpanan asam sitrat lebih menguntungkan (Pruthi, 1992).

Hasil penelitian Nurdjannah *et al.*, (2000) menyatakan bahwa kondisi optimum formulasi larutan pengawet yang terdiri dari garam dapur 16% dan asam sitrat 1%. Pruthi (1992) menyatakan hal yang hampir mirip yaitu formulasi optimum proses pembuatan lada hijau dalam larutan garam adalah dalam campuran larutan pengawet yang terdiri dari garam dapur 16% dan asam sitrat 1-2%. Pada penelitian yang dilakukan Nurdjannah *et al.*, (2000), dilakukan perlakuan *blanching* dan sterilisasi dengan air mendidih

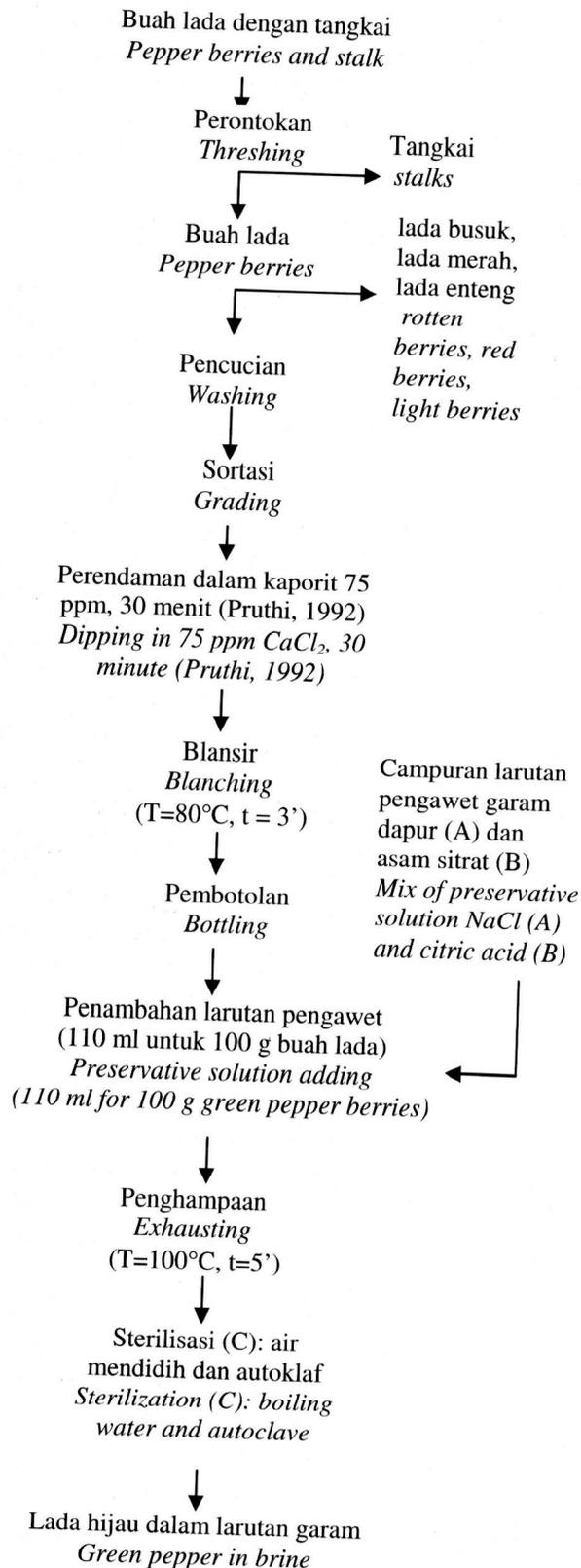
tetapi tidak dilakukan perlakuan *exhausting*. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan Salim *et al.*, (1984) pada pengolahan lada hijau yang dikalengkan dilakukan proses *exhausting* dan sterilisasi menggunakan autoklaf. Perlakuan optimum pada lada hijau yang dikalengkan (*canned green pepper*) hasil penelitian Salim *et al.*, (1984) tersebut adalah dengan penambahan 2% garam dapur dan 0,2% asam sitrat serta sterilisasi autoklaf.

Mengacu pada latar belakang tersebut, maka dilakukan penelitian kembali yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi garam dan asam sitrat sebagai larutan pengawet serta cara sterilisasi terhadap sifat fisik, kimia dan mikrobiologi lada hijau dalam larutan garam beserta sifat organoleptiknya. Ada modifikasi proses yang ditambahkan disini, contohnya adalah adanya tambahan proses *exhausting* untuk menguapkan oksigen agar tidak bereaksi dengan komponen fenol pada buah lada yang menyebabkan reaksi pencoklatan pada produk. Sebagai hipotesis, diharapkan modifikasi proses yang ditambahkan (penambahan perlakuan *exhausting*) dapat menurunkan jumlah mikroba dan meningkatkan kualitas produk lada hijau dalam larutan garam yang dihasilkan. Melalui evaluasi terhadap sifat fisik, kimia, mikrobiologi serta uji organoleptiknya akan ditentukan perlakuan optimum. Perlakuan optimum ditentukan terutama berdasarkan sifat fisik (tekstur buah) dan sifat mikrobiologi serta kesesuaian komposisinya dengan Standar Nasional Indonesia untuk produk sejenis (pikel atau produk sayuran atau buah-buahan yang dikemas dalam kaleng).

## BAHENDAN METODE

Penelitian dilakukan di Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian dari bulan Mei sampai Oktober 2006. Bahan terdiri dari buah lada, garam dapur, dan asam sitrat. Buah lada yang digunakan diperoleh dari kebun petani lada di Serang, Banten yang dipetik pada ketuaan umur buah 3-4 bulan (matang susu). Peralatan yang digunakan terdiri dari peralatan proses dan peralatan analisis. Peralatan proses diantaranya autoklaf dan pemanas. Sebagai bahan pembantu digunakan botol untuk kemasan. Sedangkan peralatan untuk analisis terdiri dari Chromameter Minolta CR-300 (Minolta, 2003), penetrometer, pH-meter, spektrofotometer, dan lain-lain.

Penelitian dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap dengan 2 (dua) kali ulangan. Diagram alir pengolahan lada hijau dalam larutan garam terlihat pada Gambar 1. Buah lada setelah dirontokkan dan dipisahkan dengan tangkai serta kotoran-kotoran lain seperti lada busuk, lada merah dan lada enteng kemudian dicuci dan disortasi. Setelah itu buah lada hijau segar direndam dalam larutan kaporit 75 ppm selama 30 menit (Pruthi, 1992).



Gambar 1. Diagram alir pengolahan lada hijau dalam larutan garam (modifikasi metode Nurdjannah *et al.*, 2000)  
Figure 1. Flow chart of green pepper in brine processing (modification of Nurdjannah *et al.*, 2000)

Perendaman dalam larutan kaporit dimaksudkan untuk mencegah tumbuhnya jamur pada buah lada segar yang telah disortasi. Setelah ditiriskan kemudian diblansir pada suhu 80°C selama 3 menit untuk menginaktivasi enzim yang menyebabkan reaksi pencoklatan, lalu dimasukkan sebanyak 100 g ke dalam botol dan ditambah dengan 110 ml campuran larutan pengawet. Pengisian botol dengan campuran larutan pengawet dengan cara menyisakan ruang sebanyak kurang lebih 10% pada bagian atas botol untuk *headspace*. Formulasi larutan pengawet tersebut merupakan perlakuan dalam penelitian ini dengan komposisi sebagai berikut (masing-masing 3 taraf):

- (A) Konsentrasi garam dapur dalam larutan pengawet: 10% (A1); 12% (A2); dan 14% (A3)  
(B) Konsentrasi asam sitrat dalam larutan pengawet : 1,5% (B1); 2% (B2); dan 2,5% (B3)  
(C) Cara sterilisasi : air mendidih suhu 100°C selama 17 menit (C1) dan autoklaf suhu 121° selama 9 menit (C2) pada tekanan 1 atm (76 cm Hg)

Total waktu pemberian panas pada pemanasan lada hijau dengan air mendidih adalah 25 menit (3 menit *blanching*, 5 menit *exhausting* dan 17 menit sterilisasi dengan perebusan dalam air mendidih); sedangkan total waktu pemberian panas pada pemanasan dengan autoklaf adalah 17 menit (3 menit *blanching*, 5 menit *exhausting* dan 9 menit sterilisasi dengan autoklaf). Penentuan total waktu pemberian panas *blanching* (3 menit) dan waktu sterilisasi dengan air mendidih (17 menit) mengikuti prosedur Nurdjannah *et al.*, (2000) sedangkan waktu proses *exhausting* (5 menit) dan sterilisasi dengan autoklaf (9 menit) mengikuti prosedur Salim *et al.*, (1984). Penambahan proses *exhausting* dimaksudkan untuk menguapkan oksigen agar tidak bereaksi dengan komponen fenol yang ada pada buah lada sehingga mencegah terjadinya reaksi pencoklatan.

Pengamatan dilakukan terhadap buah lada hijau segar dan lada hijau dalam larutan garam. Pengamatan meliputi: (1) analisis sifat fisik yaitu warna dengan Chromameter Minolta CR-300, tekstur dengan penetrometer, pH buah (lada hijau digerus kemudian ditambahkan air dan diukur pH-nya dengan pH-meter) dan pH larutan dengan pH-meter, serta kejernihan dengan spektrofotometer; (2) sifat kimia yaitu kadar air dengan metode oven dan kadar minyak atsiri dengan metode distilasi; (3) kandungan mikroba yaitu TPC dan jamur dengan metode No. 10 dan 11 IPC, 2002. Terhadap produk lada hijau dalam larutan garam juga dilakukan uji organoleptik hedonik yang meliputi warna, tekstur, rasa, kepedasan dan penerimaan umum (Soekarto dan Hubeis, 1982). Pengamatan dilakukan selama 1 minggu, langsung setelah proses produksi selesai dilakukan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Karakteristik Bahan Baku

Buah lada yang digunakan masih berwarna hijau dengan hasil pengukuran menggunakan Chromameter: nilai  $L = 32,38$ ;  $a = -15,31$  dan  $b = 48,28$ . Nilai tekstur 2 yang berarti masih keras; mempunyai pH sekitar 5; kadar minyak atsiri 5,97% d.b. dan masih segar (ditunjukkan oleh kadar airnya yang masih tinggi yaitu 76,77%). Nilai kadar air dan minyak atsiri buah lada segar yang digunakan mempunyai nilai mendekati nilai yang dilaporkan Mathew (1992), yaitu kadar air 75% dan kadar minyak atsiri 4,8% d.b.

Nilai TPC (Total Plate Count/mikroba) lada hijau segar adalah  $5,42 \times 10^4$  CFU/ml dan mengandung jamur sebanyak  $29,05 \times 10^3$  CFU/ml. Selain untuk mengetahui mutu buah lada segar yang digunakan, analisis total mikroba dan jamur dimaksudkan untuk mengetahui apakah setelah lada hijau segar diproses menjadi lada hijau terdapat penurunan jumlah mikroba dan jamur atau tidak.

### B. Sifat Fisik Lada Hijau dalam Larutan Garam

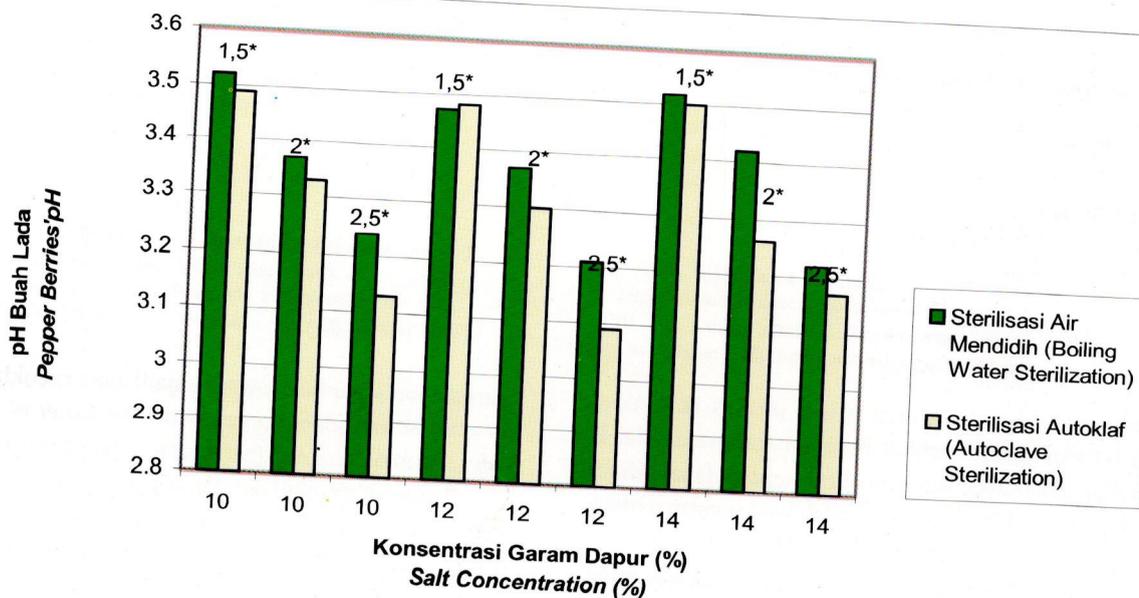
#### 1. pH Buah Lada

Menurut Salim *et al.*, (1984), buah lada termasuk dalam *low acid fruit*, dengan pH berkisar antara 5-6. Setelah mengalami proses pengolahan menjadi lada hijau dalam larutan garam ternyata pH buah lada yang dihasilkan menurun, walaupun secara statistik interaksi garam, asam sitrat dan cara sterilisasi tidak berpengaruh terhadap pH

buah lada (Gambar 2). Namun demikian, asam sitrat dan cara sterilisasi secara tunggal berpengaruh terhadap pH buah lada (Tabel 1). Kisaran nilai pH buah lada masih memenuhi syarat pH untuk makanan yang diasinkan yaitu di bawah pH 4,6 (Vargas *et al.*, 2001). Nilai tersebut juga mendekati pH lada hijau dalam larutan garam yang dihasilkan Salim *et al.* (1984), yaitu 3,7 dan Nurdjannah *et al.* (2000), yaitu 3-4. Penurunan pH pada buah lada dalam larutan garam disebabkan karena setelah proses pengolahan, terjadi pelunakan kulit lada sehingga terjadi imbibisi larutan pengawet (larutan garam dapur dan asam sitrat, yang pHnya lebih rendah) ke dalam lada, dan menyebabkan pH lada menurun.

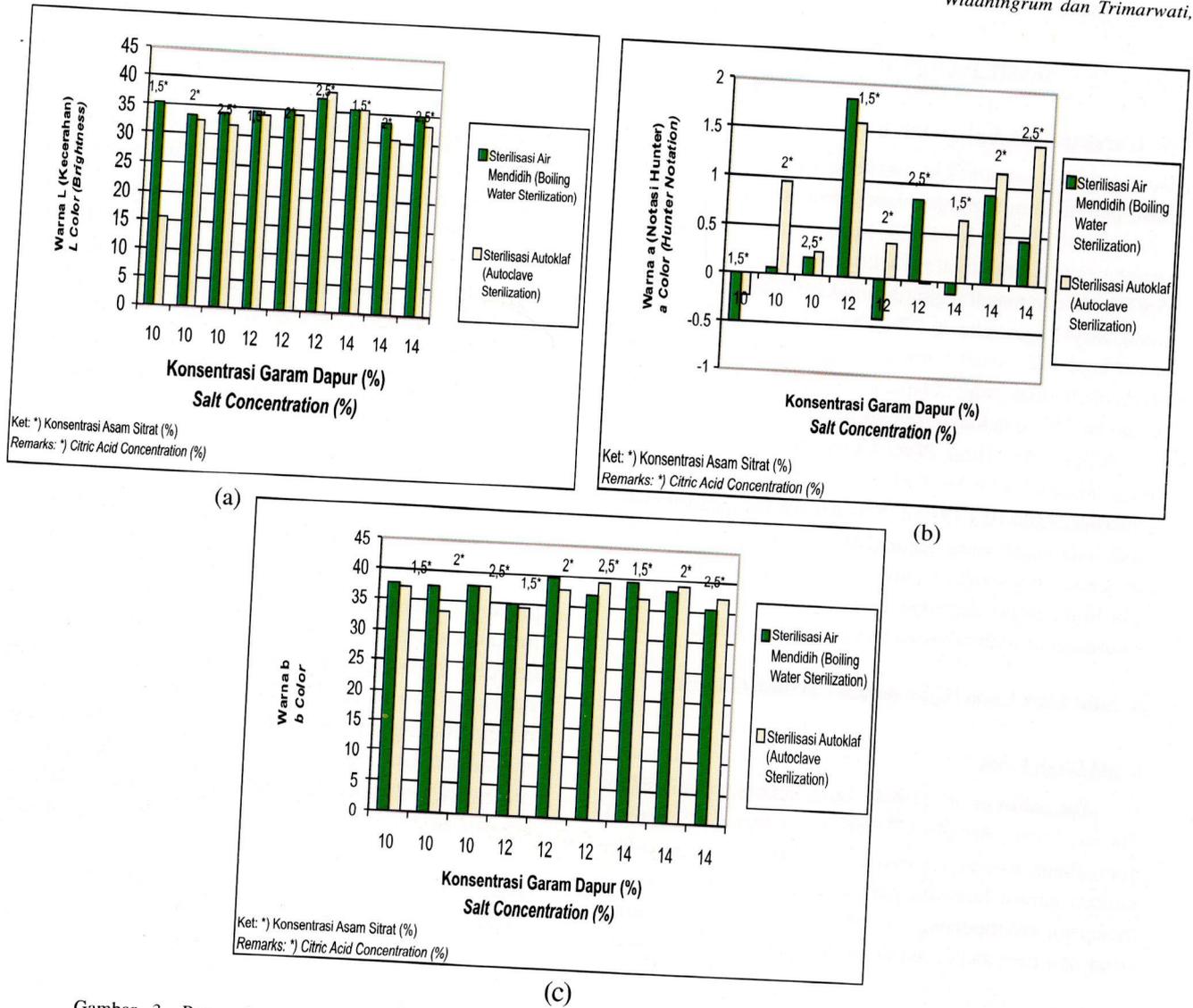
#### 2. Warna

Nilai warna lada hijau dalam larutan garam dapat dilihat pada Gambar 3. Dari hasil analisis statistik dari nilai L, a dan b buah lada hijau dalam larutan garam pada berbagai perlakuan didapatkan hasil bahwa tidak ada pengaruh dari interaksi antar perlakuan konsentrasi garam, asam sitrat dan cara sterilisasi terhadap warna dari lada hijau dalam larutan garam yang dihasilkan. Demikian pula secara tunggal masing-masing faktor tidak berpengaruh terhadap warna buah lada (Tabel 1). Kestabilan warna ini dominan dipengaruhi oleh pengaruh asam sitrat. Penggunaan asam sitrat dalam penelitian ini memang menghendaki kestabilan warna hijau buah lada tetap terjaga sesuai dengan sifat asam sitrat yang dapat mempertahankan retensi warna dibanding asam asetat (Pruthi, 1992).



Ket: \*) Konsentrasi Asam Sitrat (%)  
Remarks: \*) Citric Acid Concentration (%)

Gambar 2. Pengaruh cara sterilisasi dan konsentrasi garam dapur terhadap pH buah lada pada produk lada hijau dalam larutan garam  
Figure 2. Effect of way of sterilization and salt concentration on green pepper berries' pH in the product of green pepper in brine



Gambar 3. Pengaruh cara sterilisasi dan konsentrasi garam dapur terhadap nilai warna pada produk lada hijau dalam larutan garam: (a) Nilai L (kecerahan), (b) Nilai a, (c) Nilai b  
 Figure 3. Effect of sterilization method and salt concentration on the product of green pepper in brine's color: (a) L value, (b) a value, (c) b value

**Keterangan/Remarks:**

- Warna : L = derajat kecerahan (0-100%);  
Color brightness degree (0-100%)
- a = warna kromatik campuran hijau-coklat (-80 - 0)  
(nilai negatif besar maka warna semakin hijau),  
greeny brown mixed chromatic color (-80 - 0)  
(the more negative the value, the greener the color)

- b = warna kromatik campuran coklat-kuning (-80 - +70)  
(nilai positif kecil maka warna semakin coklat)  
brownish yellow mixed chromatic color (-80 - +70)  
(the less positive the value, the browner the color)

Walaupun demikian nilai warna produk lada hijau dalam larutan garam terlihat berubah (rata-rata nilai L meningkat, a menurun dan b menurun seperti dapat dilihat pada Gambar 3) dari nilai warna buah lada segarnya (nilai L = 32,38; a = -15,31 dan b = 48,28). Hal ini berarti buah lada setelah diolah menjadi cenderung berwarna hijau kecokelatan dibanding buah lada segarnya.

Menurut Salim *et al.*, (1984), pada buah lada hijau segar, warna buah merupakan campuran dari klorofil a dan klorofil b. Adanya blansir menyebabkan terjadinya proses panas pada kondisi lembab sehingga mengakibatkan klorofil a dan b tertutup feofitin, yang dapat mengubah

warna hijau segar buah lada menjadi agak kecokelatan. Hal tersebut sesuai juga dengan pendapat Lo *et al.*, (2002), bahwa warna dapat berubah karena adanya proses blansir. Pendapat tersebut didukung juga oleh hasil penelitian Vargas *et al.*, (2001) yang melaporkan bahwa perubahan warna dapat dipengaruhi oleh banyak faktor, tidak hanya karakteristik dari zat warna yang bersangkutan, tetapi juga kondisi proses, antara lain lama dan suhu pemanasan, tekanan selama pengolahan, pemakaian tutup pada alat pengolah, dan lain-lain. Munculnya warna kecokelatan pada buah lada kemungkinan juga disebabkan oleh adanya luka pada kulit buah akibat perontokan. Hal tersebut

Tabel 1. Rataan nilai sifat fisik lada hijau dalam larutan garam menurut faktor tunggalnya  
 Table 1. Mean values of green pepper in brine physical properties as its single factor

Perlakuan Treatments	pH buah pH of green pepper berries	Warna Color			Tekstur Texture	pH larutan pH of solution	Kejernihan Clarity
		L	a	b			
Konsentrasi garam dapur (%) Salt concentration (%)							
10	3,349 <sup>a</sup>	30,43 <sup>a</sup>	0,1192 <sup>a</sup>	36,74 <sup>a</sup>	4,450 <sup>a</sup>	3,023 <sup>a</sup>	0,2233 <sup>a</sup>
12	3,320 <sup>a</sup>	35,60 <sup>a</sup>	0,6933 <sup>a</sup>	37,21 <sup>a</sup>	4,433 <sup>a</sup>	3,054 <sup>a</sup>	0,1808 <sup>a</sup>
14	3,344 <sup>a</sup>	33,99 <sup>a</sup>	0,7417 <sup>a</sup>	37,81 <sup>a</sup>	4,250 <sup>a</sup>	3,083 <sup>b</sup>	0,1880 <sup>a</sup>
Konsentrasi asam sitrat (%) Citric acid concentration (%)							
1,5	3,176 <sup>a</sup>	31,79 <sup>a</sup>	0,5283 <sup>a</sup>	36,72 <sup>a</sup>	4,233 <sup>a</sup>	2,892 <sup>a</sup>	0,1758 <sup>a</sup>
2,0	3,341 <sup>b</sup>	33,17 <sup>a</sup>	0,5042 <sup>a</sup>	37,57 <sup>a</sup>	4,500 <sup>b</sup>	3,042 <sup>b</sup>	0,2338 <sup>a</sup>
2,5	3,495 <sup>b</sup>	35,06 <sup>a</sup>	0,5217 <sup>a</sup>	37,47 <sup>a</sup>	4,500 <sup>b</sup>	3,226 <sup>b</sup>	0,1826 <sup>a</sup>
Cara sterilisasi Sterilization method							
Air mendidih Boiling water	3,306 <sup>a</sup>	34,89 <sup>a</sup>	0,3578 <sup>a</sup>	37,58 <sup>a</sup>	4,400 <sup>a</sup>	3,049 <sup>a</sup>	0,1556 <sup>a</sup>
Autoklaf Autoclave	3,369 <sup>b</sup>	32,79 <sup>a</sup>	0,6783 <sup>a</sup>	36,93 <sup>a</sup>	4,422 <sup>a</sup>	3,058 <sup>a</sup>	0,2392 <sup>b</sup>

Keterangan /Remarks

Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya pengaruh secara tunggal (tanpa interaksi) dari perlakuan tersebut pada taraf 5% uji Tukey  
 Number followed by the different letters in the same column showed the single effect of each treatment (no interaction between treatments) at 5% Tukey test

Tekstur : 1 = sangat keras    2 = keras    3 = agak keras    4 = lunak    5 = sangat lunak  
 Texture    very hard    hard    fairly hard    soft    very soft

- Warna : L = derajat kecerahan (0-100%);  
 Color    brightness degree (0-100%)

a = warna kromatik campuran hijau-coklat (-80 - 0)  
 (nilai negatif besar maka warna semakin hijau),  
 greeny brown mixed chromatic color (-80 - 0)  
 (the more negative the value, the greener the color)

b = warna kromatik campuran coklat-kuning (-80 - +70)  
 (nilai positif kecil maka warna semakin coklat)  
 brownly yellow mixed chromatic color (-80 - +70)  
 (the less positive the value, the browner the color)

menyebabkan komponen fenol pada buah lada segar (3,4 dihydroxy-6-(N-ethylamino)) benzamide dan 3,4 dihydroxyphenol ethanol glucoside keluar dari jaringan buah, kontak dengan udara (mengalami autooksidasi) sehingga terjadi reaksi pencoklatan (Pradhan *et al.*, 1999).

**3. Tekstur**

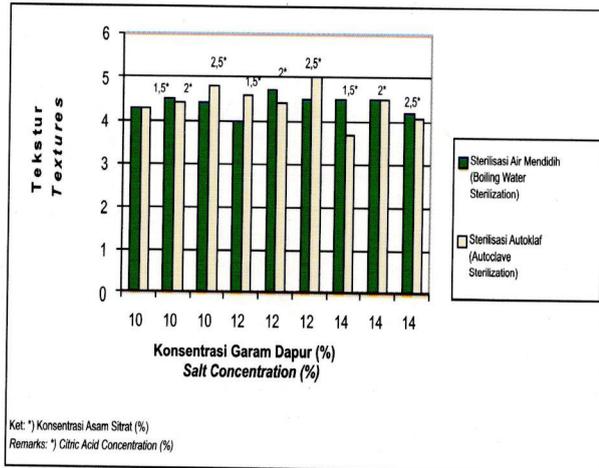
Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa konsentrasi asam sitrat secara tunggal berpengaruh terhadap tekstur, tetapi interaksi dari ketiga perlakuan yang dicobakan tidak berpengaruh terhadap tekstur (Tabel 1). Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian Nurdjannah *et al.*, (2000), bahwa tekstur buah lada dalam larutan garam cukup lunak dan tidak berbeda nyata akibat perlakuan garam pada awal penyimpanan, tetapi berpengaruh nyata setelah penyimpanan 3 bulan. Buah lada segar pada penelitian ini mempunyai tekstur keras, tetapi setelah mengalami proses pengolahan teksturnya berubah menjadi lunak (nilai 4) sampai sangat lunak (nilai 5), seperti terlihat pada Gambar 4. Tekstur buah lada yang lunak tersebut sesuai dengan yang dilaporkan Mathew (1993a), bahwa karakteristik lada hijau dalam larutan garam adalah berair, tekstur lunak dan sangat asin.

Lunaknya buah lada setelah diolah adalah karena terjadinya imbibisi larutan pengawet ke dalam buah lada.

Hal ini dapat dijelaskan melalui teori osmosis. Menurut Meir *et al.*, (2005), tekanan osmosis menyebabkan Bergeraknya molekul dari larutan yang bersifat hipotonik ke larutan yang bersifat hipertonik. Hipotonik adalah suatu kondisi dimana sebagian besar molekul air terikat (tertarik) ke molekul terlarut (dalam hal ini asam dan garam). Sebaliknya hipertonik adalah suatu kondisi dimana lebih banyak molekul air yang bebas (tidak terikat oleh molekul terlarut) sehingga lebih banyak molekul air yang melewati membran. Pada kondisi ini, air yang berada dalam buah lada ada pada kondisi hipertonik sehingga molekul air dari larutan di luar buah lada yang bersifat hipotonik bergerak ke larutan dalam buah lada yang bersifat hipertonik melalui lapisan semipermeabel pori-pori buah lada.

**4. pH Larutan**

Jika dibandingkan dengan kisaran pH buah lada yaitu 3,18 - 3,50; pH larutan lada hijau dalam larutan garam mempunyai nilai sedikit lebih rendah yaitu 3,02 - 3,23 (Gambar 5). pH larutan pengawet (campuran larutan garam dan asam sitrat) sendiri sebelum ditambahkan ke dalam buah lada berkisar antara 1,30-1,70. Turunnya nilai pH pada produk ini disebabkan karena larutan yang digunakan antara lain tersusun dari asam sitrat yang mempunyai pH lebih rendah dari buah lada. Nilai pH larutan tersebut relatif



Gambar 4. Pengaruh cara sterilisasi dan konsentrasi garam dapur terhadap tekstur produk lada hijau dalam larutan garam  
 Figure 4. Effect of sterilization method and salt concentration on the product of green pepper in brine's textures

Keterangan:

Remarks:

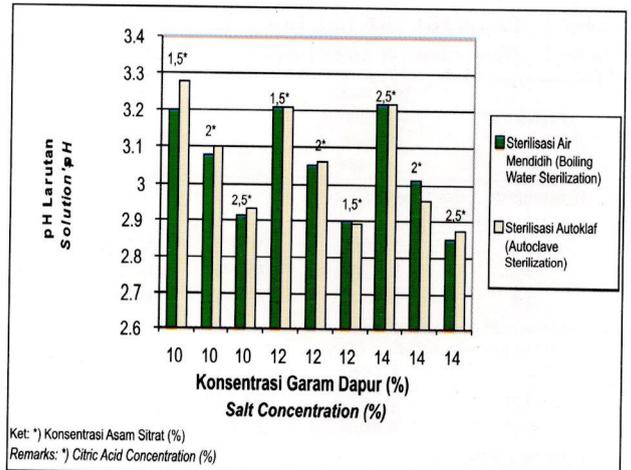
Tekstur :	1 = sangat keras	3 = agak keras
Texture	very hard	fairly hard
2 = keras	4 = lunak	5 = sangat lunak
hard	soft	very soft

stabil sampai penyimpanan selama satu tahun (Salim *et al.*, 1984). Hasil analisis statistik menyatakan interaksi dari perbedaan perlakuan konsentrasi garam dapur, asam sitrat dan cara sterilisasi tidak berpengaruh nyata terhadap pH larutan tetapi pemberian konsentrasi garam dapur, asam sitrat dan cara sterilisasi berpengaruh secara tunggal (Tabel 1).

Pada lada hijau dalam larutan garam diharapkan terjadi keseimbangan pH antara pH buah lada dan pH larutan pengawet. Kisaran pH buah lada dari hasil penelitian terdahulu yaitu antara 3 dan 4 (Salim *et al.*, 1984; Nurdjannah *et al.*, 2000), dengan demikian maka kisaran larutan pengawet yang diharapkan juga antara 3 dan 4. Dari Gambar 5 terlihat bahwa pH larutan dari semua perlakuan yang dicobakan berada pada kisaran 3 dan 4.

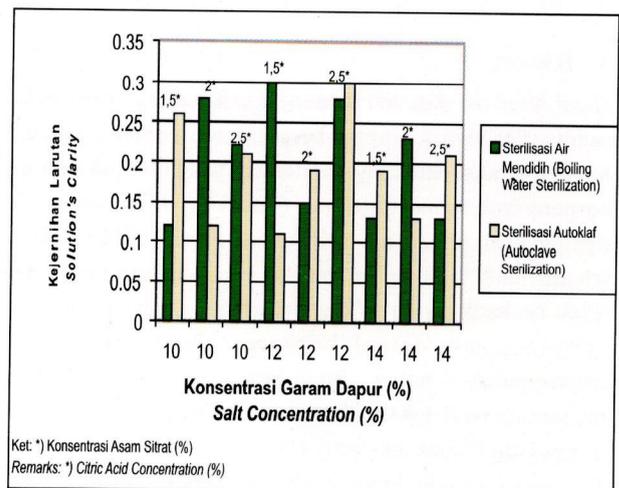
5. Kejernihan Larutan

Hasil analisis statistik nilai kejernihan larutan lada hijau (Gambar 6) menyatakan bahwa konsentrasi garam dapur dan asam sitrat, serta interaksi ketiga faktor tidak berpengaruh terhadap kejernihan larutan, sedangkan cara sterilisasi secara tunggal berpengaruh (Tabel 1). Larutan lada hijau hasil sterilisasi dengan air mendidih mempunyai kejernihan yang lebih tinggi (rata-rata nilai kejernihan 0,20) dari pada cara autoklaf (rata-rata nilai kejernihan 0,19). Nilai kejernihan larutan lada hijau dengan proses sterilisasi air mendidih (0,20) berada pada kisaran nilai absorbansi larutan lada hijau pada beberapa penelitian Pruthi (1992), yaitu antara 0,1-0,2.

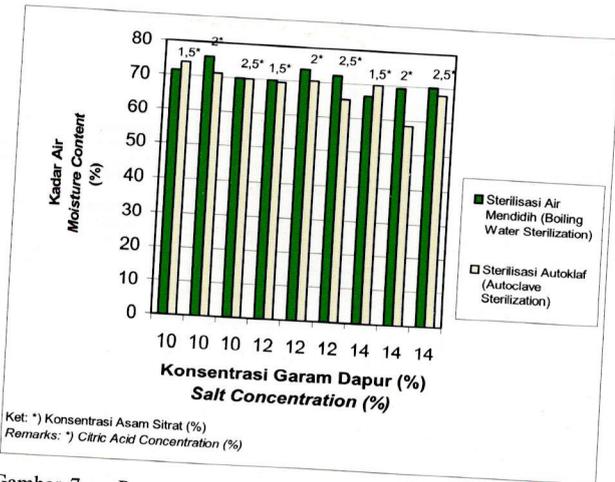


Gambar 5. Pengaruh cara sterilisasi dan konsentrasi garam dapur terhadap pH larutan produk lada hijau dalam larutan garam  
 Figure 5. Effect of sterilization method and salt concentration on the product of green pepper in brine solution's pH

Cara sterilisasi dengan autoklaf menghasilkan larutan dengan kejernihan lebih rendah. Hal ini kemungkinan disebabkan karena pada sterilisasi dengan autoklaf suhu pemanasan lebih tinggi dari air mendidih, sehingga buah lada menjadi lebih lunak, dan kemungkinan terjadi penguraian pati sehingga menyebabkan larutan menjadi keruh. Seperti yang dilaporkan Mathew (1994), bahwa selama pengolahan lada hijau, pemanasan dapat menyebabkan gelatinisasi pati (dalam buah lada hijau terdapat pati sekitar 38%). Semakin banyak pati yang tergelatinisasi akan menyebabkan larutan semakin keruh. Pada pemanasan dengan waktu yang lama, buah lada akan menjadi sangat lunak dan menghasilkan eksudat yang berwarna kekuningan (Salim *et al.*, 1984).



Gambar 6. Pengaruh cara sterilisasi dan konsentrasi garam dapur terhadap kejernihan larutan produk lada hijau dalam larutan garam  
 Figure 6. Effect of sterilization method and salt concentration on the product of green pepper in brine solution's clarity



Gambar 7. Pengaruh cara sterilisasi dan konsentrasi garam dapur terhadap kadar air produk lada hijau dalam larutan garam

Figure 7. Effect of sterilization method and salt concentration on the product of green pepper in brine's moisture content

### C. Sifat Kimia Lada Hijau dalam Larutan Garam

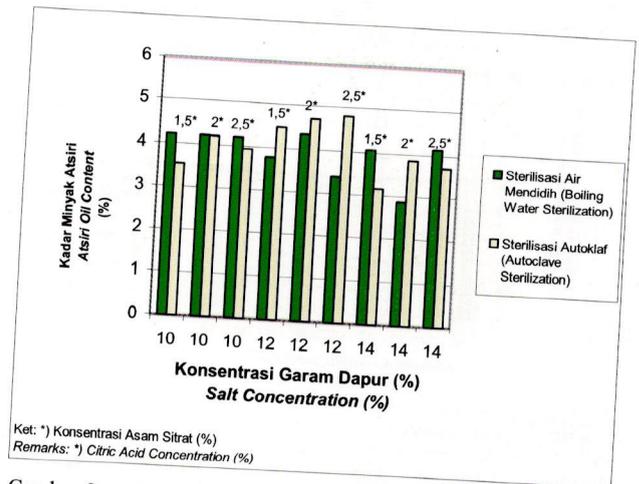
#### 1. Kadar Air

Kadar air perlu diukur karena pada pembuatan lada hijau dalam larutan garam, larutan pengawet yang digunakan terdiri dari garam dapur dan asam sitrat dengan konsentrasi yang berbeda, sehingga sangat memungkinkan adanya sejumlah tertentu air yang keluar dari bahan atau masuk dari larutan ke dalam bahan sesuai dengan sifat larutan yang selalu mencari jalan untuk mencapai kesetimbangan osmosis.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa interaksi dari ketiga faktor (garam dapur, asam sitrat dan cara sterilisasi) tidak berpengaruh nyata terhadap nilai kadar air pada buah lada hijau yang telah diolah seperti terlihat pada Gambar 7. Kadar air buah lada segar yaitu 76,77%, dan menurun setelah diolah menjadi lada hijau dalam larutan garam menjadi 68 - 70%. Hal ini sesuai dengan pendapat Vargas *et al.*, (2001), yaitu bahwa dengan proses pemanasan maka akan terjadi penurunan kadar air. Dari hasil ini diduga ada sejumlah air yang keluar dari buah lada ke dalam larutan karena konsentrasi air pada buah lebih rendah (hipotonik) daripada konsentrasi air dalam larutan (hipertonik) sehingga terjadi kesetimbangan osmosis. Menurut Meir *et al.*, (2005), laju proses osmosis dipengaruhi oleh faktor eksternal yaitu konsentrasi garam yang ada pada larutan.

#### 2. Kadar Minyak Atsiri

Kadar minyak atsiri buah lada segar 5,97% d.b. (*dry basis*), sedangkan kadar minyak atsiri lada hijau dalam larutan garam mempunyai nilai lebih rendah (2,88-4,70% d.b.) dan tidak berbeda nyata untuk semua perlakuan, seperti terlihat



Gambar 8. Pengaruh cara sterilisasi dan konsentrasi garam dapur terhadap kadar minyak atsiri produk lada hijau dalam larutan garam

Figure 8. Effect of sterilization method and salt concentration on the product of green pepper in brine's atsiri oil content

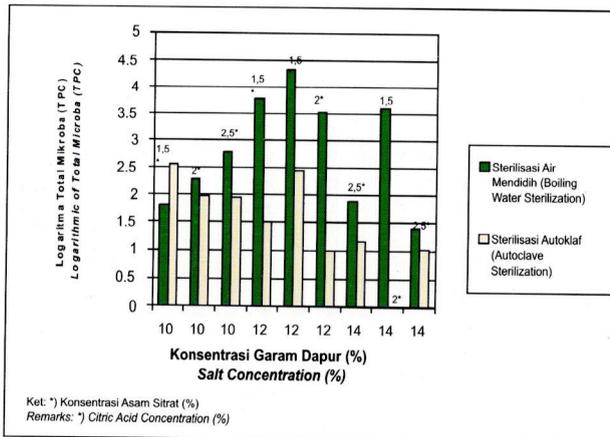
pada Gambar 8. George *et al.*, (1986) melaporkan bahwa kadar minyak atsiri lada hijau yang diolah dari buah lada umur 4 bulan, 4,5 bulan, 5 bulan dan 5,5 bulan, berturut turut adalah 3,2; 3,1; 2,9 dan 2,6 %. Kadar minyak atsiri buah lada dalam larutan garam yang dilaporkan Mathew (1993b) adalah 3,3%, sehingga nilai kadar minyak atsiri pada penelitian ini sesuai dengan nilai yang diperoleh peneliti terdahulu.

Penurunan kadar minyak atsiri buah lada dari bahan segarnya kemungkinan disebabkan adanya minyak atsiri yang terekstrak keluar dari jaringan bahan ke dalam larutan pengawet yang sedang mendidih. Minyak atsiri tersebut kemudian ikut menguap pada waktu proses penghampaan udara dengan pemanasan botol (*exhausting*, selama 5 menit), sehingga kadarnya dalam bahan menurun. Hal ini sesuai pendapat Mathew (1993b) bahwa beberapa komponen dalam minyak atsiri lada dapat rusak karena adanya pemanasan.

### D. Kandungan Mikroba Lada Hijau dalam Larutan Garam

#### 1. Total Mikroba

Buah lada segar mengandung mikroba sebanyak  $54,2 \times 10^3$  CFU/ml, setelah diolah menjadi lada hijau dalam larutan garam jumlah mikroba berkurang menjadi rata-rata  $12,31 \times 10^3$  CFU/ml (pada lada hijau yang disterilisasi dengan cara air mendidih) dan  $12,38 \times 10^2$  CFU/ml pada lada hijau yang disterilisasi dengan autoklaf. Rata-rata nilai logaritma total mikroba dapat dilihat pada Gambar 9. Setelah dilakukan analisis statistik, diperoleh bahwa interaksi asam sitrat, garam dan cara sterilisasi tidak berpengaruh nyata terhadap total mikroba (TPC). Hanya cara sterilisasi yang secara tunggal berpengaruh terhadap kandungan mikroba

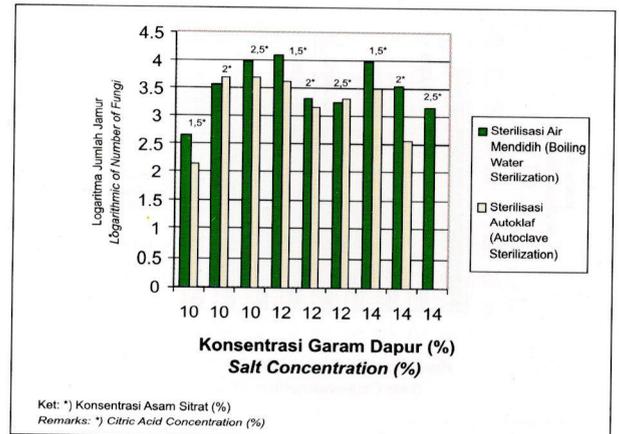


Gambar 9. Pengaruh cara sterilisasi dan konsentrasi garam dapur terhadap nilai logaritma total mikroba (TPC) pada produk lada hijau dalam larutan garam

Figure 9. Effect of way of sterilization and salt concentration on the product of green pepper in brine's microbes total (TPC) logarithmic value

(TPC) (Tabel 2). Lada hijau hasil pengolahan dengan sterilisasi autoklaf (waktu pemanasan autoklaf 9 menit) mempunyai total mikroba yang lebih rendah dari pada hasil sterilisasi dengan air mendidih (waktu pemanasan air mendidih 17 menit). Hal ini disebabkan karena suhu pada proses sterilisasi dengan autoklaf lebih tinggi (121°C) dari pada air mendidih (100°C) sehingga kemungkinan beberapa mikroba mati.

Menurut Toledo (1991), entalpi uap air (*steam*) yang cukup jenuh (pada suhu sekitar 122,5°C) adalah 2,71 MJ/kg uap air, sedangkan entalpi air mendidih (suhu 100°C) adalah 0,42 MJ/kg air mendidih. Dalam penelitian ini, jumlah panas (kalor) yang diterima oleh lada hijau yang disterilisasi menggunakan air mendidih berbeda dengan lada hijau yang disterilisasi menggunakan autoklaf. Hal ini disebabkan oleh entalpi bahan yang digunakan untuk mensterilisasi adalah berbeda (*steam* dan air mendidih) serta lama waktu pemanasan juga berbeda. Jumlah kalor yang diterima oleh lada hijau yang disterilisasi menggunakan air mendidih adalah: 0,42 MJ/kg x 17 menit = 7,14 MJ.menit/kg air mendidih, sedangkan jumlah kalor yang diterima oleh lada hijau yang disterilisasi dengan autoklaf adalah: ±2,71 MJ/kg x 9 menit = ±24,39 MJ.menit/kg *steam*. Dari hasil perhitungan ini terlihat bahwa jumlah kalor yang diterima oleh lada hijau dalam larutan garam yang disterilisasi menggunakan autoklaf lebih tinggi daripada jumlah kalor yang diterima oleh lada hijau dalam larutan garam yang disterilisasi dengan air mendidih. Ini menyebabkan total mikroba pada lada hijau dalam larutan garam dengan sterilisasi autoklaf lebih sedikit (rata-rata  $12,38 \times 10^2$  CFU/ml) daripada yang disterilisasi dengan menggunakan air mendidih (rata-rata  $12,31 \times 10^3$  CFU/ml). Hal ini sesuai dengan sifat mikroba yang tidak tahan panas dan tidak dapat berkembang biak pada suhu yang sangat tinggi (ekstrim). Namun demikian, perlakuan konsentrasi



Gambar 10. Pengaruh cara sterilisasi dan konsentrasi garam dapur terhadap nilai logaritma jumlah jamur pada produk lada hijau dalam larutan garam

Figure 10. Effect of way of sterilization and salt concentration on the product of green pepper in brine's fungi number logarithmic value

garam dapur dan asam sitrat tidak berpengaruh nyata terhadap total mikroba (TPC), kemungkinan karena perbedaan konsentrasi yang dicobakan cukup kecil (1,5%; 2%; 2,5%).

Secara keseluruhan, dari buah lada hijau segar menjadi lada hijau dalam larutan garam terjadi penurunan jumlah mikroba. Penurunan mikroba ini disebabkan karena adanya proses pemanasan (blansir dan terutama sterilisasi) selama pengolahan, dan adanya garam dan asam sitrat dalam larutan pengawet sehingga lingkungan tumbuh mikroba tidak kondusif lagi (Verghese, 1992; Salim *et al.*, 1984; Mathew, 1993a). Selain sterilisasi yang berperan sebagai faktor paling penting dalam penurunan jumlah mikroba (TPC), Verghese (1992) menyatakan bahwa pada proses pendahuluan, penurunan mikroba dalam buah lada dapat dilakukan dengan proses blansir. Hal ini terutama karena blansir sebagai proses pendahuluan dapat menginaktivasi enzim penyebab reaksi pencoklatan dan menghambat pertumbuhan mikroba.

Garam merupakan suatu senyawa aditif yang paling banyak digunakan dalam pengawetan pangan. Muchtadi (1989) menyatakan bahwa garam dapat menimbulkan beberapa pengaruh bila dimasukkan ke dalam jaringan tanaman segar. Pertama, garam memiliki daya menahan secara selektif terhadap mikroba yang terkontaminasi pada jaringan. Kedua, garam yang mempengaruhi *water activity* suatu substrat dapat mengontrol pertumbuhan mikroba. Penghambatan mikroba terjadi juga karena kondisi asam/pH rendah (Salim *et al.*, 1984).

Pendapat yang sama bahwa garam dan asam efektif mengontrol mikroba pada lada dalam larutan garam dinyatakan juga oleh Matthew (1993a). Ditambahkan bahwa konsentrasi garam yang digunakan minimal 12% tetapi penggunaan diatas konsentrasi tersebut akan lebih aman. Ketika larutan garam ditambahkan ke dalam lada

Tabel 2. Rataan nilai kandungan mikroba (TPC) lada hijau dalam larutan garam menurut faktor tunggalnya  
 Table 2. Mean values of pepper in brine's microbiological content (TPC) as its individual factor

Perlakuan Treatments	Total mikroba Total plate count (CFU/ml)
Konsentrasi garam dapur /Salt concentration (%)	
10	
12	1,7 x 10 <sup>2 a</sup>
14	5,8 x 10 <sup>2 a</sup>
Konsentrasi asam sitrat /Citric acid concentration (%)	3,3 x 10 <sup>1 a</sup>
1,5	
2,0	1,3 x 10 <sup>2 a</sup>
2,5	2,8 x 10 <sup>2 a</sup>
Cara sterilisasi /Sterilization method	8,9 x 10 <sup>1 a</sup>
Air mendidih /Boiling water	
Autoklaf /Autoclave	6,7 x 10 <sup>2 a</sup>
	3,3 x 10 <sup>1 b</sup>

Keterangan /Remarks :

Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya pengaruh secara tunggal (tanpa interaksi) dari perlakuan tersebut pada taraf 5% uji Tukey/Number followed by the different letters in the same column showed the single effect of each treatment (no interaction between treatments) at 5% Tukey test

hijau segar, akan terjadi difusi garam ke dalam buah lada, sampai konsentrasi garam dalam larutan turun sampai mendekati setengahnya.

## 2. Jamur

Buah lada segar mengandung jamur sebanyak 29,05x10<sup>3</sup> CFU/ml sedangkan setelah diolah menjadi lada hijau dalam larutan garam, jumlah jamur berkurang menjadi antara 138,28x10<sup>2</sup> CFU/ml (pada produk yang disterilisasi dengan air mendidih) dan 28,51x10<sup>2</sup> CFU/ml pada produk yang dianalisis dengan menggunakan autoklaf. Rata-rata nilai logaritma jumlah jamur dapat dilihat pada Gambar 10.

Dari hasil analisis statistik diketahui bahwa interaksi perlakuan garam dapur, asam sitrat dan cara sterilisasi (total waktu pemanasan) berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah jamur. Lada hijau hasil pengolahan dengan sterilisasi autoklaf mengandung jamur yang signifikan lebih rendah dari pada hasil sterilisasi dengan air mendidih. Hal ini disebabkan karena suhu pada proses sterilisasi dengan autoklaf lebih tinggi (suhu 121°C selama 9 menit) dari pada air mendidih (suhu 100°C selama 17 menit) sehingga menyebabkan lebih banyak jamur yang mati. Sebagaimana telah dijelaskan, jumlah kalor yang diterima oleh lada hijau dalam larutan garam yang disterilisasi menggunakan autoklaf lebih tinggi (±24,39 MJ.menit/kg steam) daripada jumlah kalor yang diterima oleh lada hijau dalam larutan garam yang disterilisasi dengan air mendidih (7,14 MJ.menit/kg air mendidih). Ini menyebabkan jumlah jamur pada lada hijau dalam larutan garam dengan sterilisasi autoklaf lebih sedikit (28,51 x 10<sup>2</sup> CFU/ml) daripada pada yang disterilisasi dengan menggunakan air mendidih (138,28x10<sup>2</sup> CFU/ml). Hal ini sesuai dengan sifat jamur yang tidak tahan panas dan

tidak dapat berkembang biak pada suhu yang sangat tinggi (ekstrim). Sel-sel mikroba vegetatif dan ragi serta jamur sudah dapat dihancurkan (mati) pada pemanasan suhu 80°C (Buckle *et al.*, 1987).

## E. Hasil Uji Organoleptik Lada Hijau dalam Larutan Garam

Pada uji organoleptik, lada hijau dalam larutan garam hasil sterilisasi dengan air mendidih dan autoklaf dicampur. Hal ini didasarkan pada hasil analisis statistik dari sifat fisik buah lada, yaitu bahwa cara sterilisasi tidak berpengaruh terhadap warna, tekstur, kadar air dan kadar minyak atsiri. Sementara parameter sifat organoleptik lada hijau dalam larutan garam yang diuji ialah warna, tekstur, aroma, rasa, kepedasan dan penerimaan umum, dengan hasil terlihat pada Tabel 3.

Hasil uji sidik ragam yang dilanjutkan dengan uji lanjutan Duncan's Multiple Range Test (DMRT) menunjukkan bahwa menurut penilaian panelis, konsentrasi garam dan asam sitrat tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap warna, aroma, tekstur, rasa, tingkat kepedasan dan penerimaan umum panelis terhadap produk lada hijau dalam larutan garam tersebut (Tabel 3). Penilaian warna tertinggi diperoleh pada lada hijau larutan garam dengan konsentrasi garam 10% dan asam sitrat 1,5% (3,8); konsentrasi garam 10% dan asam sitrat 2% (3,9); konsentrasi garam 12% dan asam sitrat 2,5% (3,75) dan konsentrasi garam 14% dan asam sitrat 1,5% (3,75).

Nilai aroma, tekstur, rasa dan tingkat kepedasan berkisar antara 3 dan 4 yang berarti lada hijau dalam larutan garam berada pada kisaran netral dan agak disukai. Nilai aroma tertinggi diperoleh pada lada hijau dengan konsentrasi garam 10% dan asam sitrat 1,5% (3,6) begitu

Tabel 3. Rataan nilai sifat organoleptik produk lada hijau dalam larutan garam  
 Table 3. Mean values of organoleptic properties on green pepper in brine

Konst. Garam Dapur/ Salt concentration (%)	Konst. Asam Sitrat/ Citric acid concentration (%)	Nilai tengah / Mean (N=20)					
		Warna Color	Aroma Odor	Tekstur Texture	Rasa Taste	Kepedasan Pungency	Penerimaan umum General acceptation
10	1,5	3,8 <sup>a</sup>	3,6 <sup>a</sup>	3,4 <sup>ab</sup>	3,25 <sup>a</sup>	3,35 <sup>a</sup>	3,5 <sup>ab</sup>
	2	3,9 <sup>a</sup>	3,6 <sup>a</sup>	3,55 <sup>a</sup>	3,5 <sup>a</sup>	3,45 <sup>a</sup>	3,7 <sup>b</sup>
	2,5	3,6 <sup>ab</sup>	3,3 <sup>a</sup>	3,4 <sup>ab</sup>	3,15 <sup>a</sup>	3,3 <sup>a</sup>	3,35 <sup>ab</sup>
12	1,5	2,35 <sup>d</sup>	3,25 <sup>a</sup>	2,9 <sup>b</sup>	3,1 <sup>a</sup>	3,35 <sup>a</sup>	3,05 <sup>a</sup>
	2	2,9 <sup>c</sup>	3,3 <sup>a</sup>	2,85 <sup>b</sup>	3,3 <sup>a</sup>	3,6 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>
	2,5	3,75 <sup>a</sup>	3,3 <sup>a</sup>	3,15 <sup>ab</sup>	3,25 <sup>a</sup>	3,3 <sup>a</sup>	3,35 <sup>ab</sup>
14	1,5	3,75 <sup>a</sup>	3,25 <sup>a</sup>	3,1 <sup>ab</sup>	3,15 <sup>a</sup>	3,25 <sup>a</sup>	3,25 <sup>ab</sup>
	2	3,15 <sup>bc</sup>	3,3 <sup>a</sup>	3,3 <sup>ab</sup>	3,15 <sup>a</sup>	3,6 <sup>a</sup>	3,45 <sup>ab</sup>
	2,5	3,05 <sup>c</sup>	3,35 <sup>a</sup>	3,05 <sup>ab</sup>	2,95 <sup>a</sup>	3,25 <sup>a</sup>	3,15 <sup>a</sup>

Keterangan/Remarks :

Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya pengaruh nyata dari interaksi antar perlakuan pada taraf 5% uji Tukey/ Number followed by the different letters in the same column showed the significant effect between interaction of treatments at 5% Tukey test

Nilai:	1 = Sangat tidak suka (very dislike)	5 = Suka (like)
Value	2 = Tidak suka (dislike)	6 = Sangat suka (very like)
	3 = Netral (neutral)	7 = Amat sangat suka (most like)
	4 = Agak suka (fairly like)	

pula pada produk lada hijau dengan konsentrasi garam 10% dan asam sitrat 2% (3,6). Untuk tekstur, nilai tekstur tertinggi diperoleh pada lada hijau dalam larutan garam dengan konsentrasi garam 10% dan asam sitrat 2%. Sedangkan untuk rasa, panalis menyatakan tingkat kesukaan tertinggi terhadap rasa yaitu pada produk lada hijau dengan konsentrasi garam 10% dan asam sitrat 1,5% (3,25) dan produk lada hijau dengan konsentrasi garam 12% dan asam sitrat 2% (3,25). Panelis juga menyukai tingkat kepedasan produk lada hijau yang memiliki konsentrasi garam 12% dan asam sitrat 2% (3,6) dan produk lada hijau dengan konsentrasi garam 14% dan asam sitrat 2% (3,6). Nilai penerimaan umum tertinggi diperoleh pada lada hijau dengan konsentrasi garam 10% dan asam sitrat 2% (3,7) disusul oleh produk lada hijau dengan konsentrasi garam 10% dan asam sitrat 1,5% (3,5).

Apabila dikaji dengan membandingkan skor yang paling bagus dari semua sifat produk lada hijau dalam larutan garam (sifat fisik, kimia dan mikrobiologi), dapat dikatakan apabila pengolahan lada hijau dalam larutan garam akan lebih efektif jika menggunakan garam dapur dengan konsentrasi 10% dan asam sitrat 1,5% serta disterilisasi dengan menggunakan air mendidih. Hal ini diperoleh bahwa pada dua sifat terpenting penampilan produk lada hijau dalam larutan garam yaitu warna dan tekstur, nilai warna masih baik pada taraf ini (warna produk lada hijau masih coklat-kuning yang ditunjukkan oleh nilai L, a, b-nya; Gambar 3) dan tekstur masih agak keras (nilai tekstur 4,233; Gambar 4). Kandungan mikroba (TPC) pada

produk masih memenuhi standar karena masih dibawah  $1 \times 10^4$  CFU/ml sebagaimana yang dipersyaratkan dalam SNI 01-3834-1995 mengenai batasan cemaran mikroba pada buah-buahan dalam kaleng. SNI Buah-buahan dalam Kaleng dipilih sebagai standar mutu pembanding karena belum ada Standar Nasional Indonesia untuk produk lada hijau dalam larutan garam. Buah-buahan dalam kaleng merupakan produk yang sejenis dengan produk lada hijau dalam larutan garam, yaitu sama-sama berasal dari buah dan diawetkan dengan menggunakan gula dan atau garam. Adapun sterilisasi dengan air mendidih dipilih karena cara ini menghasilkan lada hijau dalam larutan garam dengan tingkat kejernihan yang lebih tinggi (1,20) dibanding dengan autoklaf (1,19) sehingga lebih memungkinkan untuk diaplikasikan di tingkat petani.

## KESIMPULAN

1. Pada sifat fisika-kimia yang dianalisis, perbedaan konsentrasi garam, asam sitrat dan cara sterilisasi tidak berpengaruh nyata terhadap warna, tekstur, pH buah lada, pH larutan produk, kadar air dan kadar minyak atsiri lada hijau dalam larutan garam, namun cara sterilisasi mempengaruhi kejernihan larutan yang dihasilkan dimana pada lada hijau yang disterilkan dengan cara air mendidih memiliki tingkat kejernihan yang lebih tinggi dibanding dengan yang disterilkan menggunakan autoklaf.

2. Kandungan mikrobiologi produk secara keseluruhan dari buah lada hijau segar menjadi lada hijau dalam larutan garam terjadi penurunan jumlah mikroba dan jamur.
3. Hasil uji organoleptik menyatakan panelis paling menyukai produk lada hijau dalam larutan garam dengan konsentrasi garam dapur 10% dan asam sitrat 2% serta disterilkan dengan air mendidih.
4. Sterilisasi dengan autoklaf menurunkan jumlah total mikroba dan jamur lebih banyak dibandingkan sterilisasi dengan menggunakan air mendidih. Rata-rata total mikroba (TPC) pada produk lada hijau dalam larutan garam dengan sterilisasi autoklaf adalah  $12,38 \times 10^2$  CFU/ml sedangkan dengan sterilisasi air mendidih  $12,31 \times 10^3$  CFU/ml. Rata-rata jumlah jamur pada produk lada hijau dalam larutan garam sterilisasi autoklaf adalah  $28,51 \times 10^2$  CFU/ml sedangkan dengan sterilisasi air mendidih yaitu  $138,28 \times 10^2$  CFU/ml. Kandungan mikroba (TPC) pada produk masih memenuhi standar karena masih dibawah  $1 \times 10^4$  CFU/ml sebagaimana yang dipersyaratkan dalam SNI 01-3834-1995 mengenai batasan cemaran mikroba pada Buah-buahan dalam Kaleng.
5. Perlakuan optimal dipilih terutama dengan pertimbangan pada sifat fisik yang dapat diterima (kondisi produk bagus, terutama pH dan tekstur yang memungkinkan produk dapat memiliki daya simpan lama). Pada penelitian ini, perlakuan optimal yang dapat dilakukan untuk membuat lada hijau dalam larutan garam adalah dengan menggunakan garam pada konsentrasi 10% dan asam sitrat 1,5% serta sterilisasi dengan air mendidih. Pada perlakuan ini, tekstur produk lada masih keras (ditunjukkan dengan nilai kekerasan 4,233), pH lada 3,52, penilaian hedonik panelis masih agak suka sampai suka. Sterilisasi dengan air mendidih dipilih karena warna dan kejernihan larutan pada lada hijau yang disterilkan dengan air mendidih jauh lebih menarik dan lebih jernih dibanding dengan yang disterilkan dengan autoklaf. Selain itu cara sterilisasi dengan menggunakan air mendidih lebih memungkinkan untuk dapat diaplikasikan di tingkat petani.

#### DAFTAR PUSTAKA

Buckle, K.A., R.A. Edwards, G.H. Fleet, M. Wootton. 1987. Ilmu Pangan. Penerjemah Hari Purnomo dan Adiono. Penerbit UI Press. 1987.

George, K.M., C.V. Chandran, M.T. Joy., T. Mathulla and J. Vergeshe. 1986. Pepper News, X (11) :7-14. International Pepper Community.

Hidayat, T dan Risfaheri, 1994. Pengaruh kondisi blanching dan sulfitasi terhadap mutu lada hijau dehidrasi. Pemberitaan Penelitian Tanaman Industri. 19 (3-4) : 43-48.

International Peper Community, 1990. Diversification in Pepper Utilization. International Pepper News Bulletin, XIV (4).

International Pepper Community, 2002. 7th Meeting of Committee on Quality Standardization. September 23, 2002. IPC Manual Methods of Analysis. IPC. Jakarta. 22 p.

Lo, C.M., I.U. Grun, T.A. Taylor, H. Kraner and L.N. Fernando. 2002. Blanching effects on the chemical composition and the cellular distribution of pectin in carrots. Journal of Food Science. 67(9): 3321-3327.

Mathew, A.G. 1992. Chemical constituents of pepper. International Pepper News Bulletin, XVI (2) : 18-22.

Mathew, A.G., 1993a. Green Pepper and White Pepper. International Pepper News Bulletin. 17 (3) : 10-13. International Pepper Community

Mathew, A.G. 1993b. Pepper Oil. International Pepper News Bulletin. Vol: XVII No. 1 January-March 1993. International pepper Community.

Mathew, A.G. 1994. Starch in pepper. International Pepper News Bulletin, XVIII (3) : 6-8.

Meir, E., J. Perry, D. Stal, S. Maruca, and E. Klopfer. 2005. How effective are simulated molecular-level experiments for teaching diffusion and osmosis? Journal of The American Society for Cell Biology. 4(2005): 235-248.

Minolta, 2003. Exakte farb kommunikation. Van farbbegefuhr bis zur objektiven messung. Germany.

Muchtadi, D., 1989. Fisiologi Pascapanen Sayuran dan Buah-buahan. PAU Institut Pertanian Bogor.

Nurdjannah N., T. Marwati, B. Sofiana S., T. Fatimah dan A. Gani. 2000. Penelitian pengolahan lada hijau dalam larutan garam. Laporan penyelesaian DIKS-DR Balitro Tahun 1999/2000. Buku III hal 1-10.

Nurdjannah, N., 1996. Diversifikasi hasil lada. Monograf Tanaman Lada. Badan litbang Pertanian. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. hal. 222-234.

Pradhan K.J., P.S. Variyar and J.R. Bandekar. 1999. Antimicrobial activity of Novel Phenolic compounds from green pepper (*piper nigrum* L.). Lebensm-Wiss. Technol 32 : 121-123.

Pruthi, J.S., 1992. Simple innovation in canning, botling, bulk preservation and storage of green pepper (*Piper nigrum* L.) in brine. IPC Bulletin. 16 (1) : 17-27.

Purseglove, J.W., E.G. Brown, C.L. Green and S.R.J. Robins, 1981. Spices. Vol.2. Longman Inc., New York.

Salim, P.B., M. Nordin, M. Som and M.B. Tukimon. 1984. Improving the keeping quality of canned green pepper. MARDI. Res. Bull. 12 (2) : 211-215.

SNI. 1995. Buah-buahan dalam Kaleng. Departemen Perindustrian Indonesia. 01-3834-1995.

Soekarto, S.T. dan M. Hubeis. 1992. Petunjuk Laboratorium Metode Penelitian Indrawi. Pusat Antar Universitas Pangan Dan Gizi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Toledo, R.T. 1991. Fundamentals of Food Process Engineering. Second Edition. Chapman & Hall. ITP An International Thomson Publishing Company. An AVI book. Published by Van Nostrand Reinhold 115 Fifth Avenue New York, New York 10003.

- Vargas, M.G., M.E. Flores, L.D. Alvarez, and H.H. Sanchez. 2001. Carotenoid retention in canned pickled Jalapeno peppers and carrots as affected by sodium chloride, acetic acid, and pasteurization. *Journal of Food Science*. 66(9):620-626.
- Verghese, J., 1992. Light on dehydrated green pepper (*Piper nigrum*, L.). *IPC Bulletin*. 16 (1) : 28-38.