

PENGARUH KONSENTRASI GARAM, PENAMBAHAN JENIS ASAM TERHADAP MUTU LADA HIJAU DALAM BOTOL SELAMA PENYIMPANAN

[The Effect of Salt and the Addition of Several Acid Types on the Quality of Bottled Green Pepper During Storage]

Endah Djubaedah¹⁾, Djumarman¹⁾, Enny Hawani Lubis¹⁾ dan Tuty Hendraswaty²⁾

¹⁾ Balai Besar Industri Agro

²⁾ Fakultas Teknik Universitas Pasundan

Diterima 4 Agustus 2004 / Disetujui 13 Oktober 2004

ABSTRACT

Research on the effect of salt and the acid types addition on the quality of bottled green pepper during storage has been conducted. Treatments were used 10 % and 20 % of salt, 0.2 % of citric acid and 4 % of acetic acid. The product were stored for 3 months and were analyzed for green color degree, pH, total plate count (TPC), piperine and total solid content. The results showed that citric acid treatment, better than acetic acid treatment, indicated by higher degree of green color (5.30 – 5.92) and pH 4.5 – 4.7 while the other 4.46 – 4.60 of green color degree and pH 3.5 – 3.9. Treatment of 20 % salt was more effective than 10 % of salt in preventing microorganism growth which was indicated by lower TPC value (2 – 5 colony/g). Products treated by citric acid and acetic acid also had lower TPC value, 3 – 5 colony/g and 2 – 3 colony/g respectively. Combinations of salt and acid treatments gave significant effect on it. Piperine content were relatively unchanged during 2 months storage (6.5 - 8 %) but it decreased in 3 months storage (5 – 6 %). The best quality was product treated by 20 % of salt and 0.2 % of citric acid. It was also treated by soaking in 2 % of Na₂CO₃ for 30 minutes, blanching for 5 minutes, addition of 300 ppm SO₂ and heating in 100 °C for 15 minutes as constant treatment. The product was also feasible financially on capacity 1,000 bottle per day. Selling Rp. 4,000.00 per bottle will give benefit Rp. 60,000,000.00 per 6 months with 1.11 benefit cost ratio (B/C).

Key words : Green pepper, pickle, spices, bottled green pepper

PENDAHULUAN

Lada (*Piper nigrum* L.) adalah salah satu jenis rempah-rempah yang telah lama dikenal dalam kehidupan manusia bukan saja di Indonesia bahkan di dunia sejak berabad-abad yang lalu. Buah lada berwarna hijau waktu masih muda dan berwarna hijau tua sampai kemerah-merahan setelah masak. Buah lada memberikan banyak manfaat dan kegunaan dalam kehidupan manusia sehari-hari, bisa digunakan untuk meningkatkan cita rasa pada masakan, obat-obatan dan untuk industri makanan.

Buah lada merupakan komoditi ekspor negara Indonesia, menghasilkan devisa yang dapat diandalkan. Jenis lada yang diperdagangkan di pasaran dunia adalah lada hitam dan lada putih. Menurut Dirjen Bina Produksi Perkebunan, produksi lada Indonesia pada tahun 1998 sampai tahun 2002 bervariasi antara 64.000 ton – 70.000 ton/tahun. Menurut International Pepper Community (IPC) pada tahun 2003 Indonesia memproduksi lada 62.000 ton terdiri dari lada putih 35.000 ton dan lada hitam 27.000 ton. Bila dibandingkan dengan tahun 2002 (produksi 66.000 ton), angka ini menurun 6%. Daerah produksi terbesar adalah Propinsi Bangka Belitung dan Lampung.

Di beberapa negara, buah lada telah diolah menjadi beberapa macam produk yaitu lada hitam, lada putih, lada bubuk, minyak lada, oleoresin lada dan lada hijau dalam botol atau lada hijau kering. Sampai sekarang lada yang dikonsumsi dalam negeri terbatas hanya dalam bentuk lada utuh sebagai bumbu. Yang perlu dikembangkan adalah mengolah lada dalam bentuk lain seperti green pepper (lada hijau) dalam botol atau lada hijau kering. Produk ini biasa digunakan oleh orang barat sebagai pencampur waktu makan steack. Dengan mengembangkan diversifikasi produk akan menaikkan nilai tambah dari lada. Dari produk-produk tersebut yang masih mempunyai masalah dalam mutu terutama lada hijau karena lada hijau harus mempunyai warna tetap hijau sampai produk akhir. Pada kenyataannya warna hijau selalu pudar atau menjadi coklat dalam proses dan atau pada waktu penyimpanan. Lada hijau ada 2 (dua) macam yaitu lada hijau kering dan lada hijau dalam larutan garam baik yang dikemas dalam kaleng maupun dalam botol. Keunggulan lada hijau adalah flavor yang khas dan warna hijau alami penampakannya. Penelitian di lembaga-lembaga/instansi penelitian mengenai lada hijau dalam botol masih jarang dilakukan, hasilnya belum memuaskan karena dalam penyimpanan selalu terjadi perubahan warna.

Menurut Hidayat dan Risfaheri (1994), buah lada yang telah dipanen harus segera diolah. Buah lada yang langsung diolah dalam waktu tidak lebih dari 3 – 4 jam setelah pemanenan dapat menghasilkan lada hijau dengan mutu baik.

Warna hijau pada lada disebabkan oleh pigmen khlorofil. Pigmen yang dikandung dalam bahan pangan mudah sekali mengalami kerusakan oleh perlakuan-perlakuan yang dilakukan selama pengolahan. Karena itu diusahakan agar selama pengolahan dilakukan tindakan-tindakan yang dapat mempertahankan warna dari bahan pangan.

Ada 3 (tiga) macam metode pengolahan lada hijau yaitu pengawetan larutan garam, metode *curing* dan metode pembekuan. Pada dasarnya lada hijau tersebut dibuat melalui tahap pencucian, sortasi, pengisian dalam kemasan, penghampaan udara atau *exhausting*, penutupan dan pemanasan.

Khlorofil mempunyai sifat sangat labil dan dalam pengolahan bahan pangan terjadi perubahan warna khlorofil dari hijau menjadi coklat melalui proses penggantian atom magnesium dengan atom hydrogen membentuk feofitin. Penambahan NaOH dan KOH dapat digunakan untuk mempertahankan warna hijau, karena pH akan naik. Tapi dengan penambahan NaOH atau KOH akan membuat tekstur menjadi lunak. Hal ini disebabkan karena komposisi selulose dari bahan makanan terdegradasi oleh NaOH dan KOH. Perubahan warna ini juga dapat dicegah dengan penambahan $Mg(OH)_2$, tetapi tekstur menjadi lebih keras karena $Mg(OH)_2$ akan bereaksi dengan pektin membentuk pektat (Winarno dan Sri Laksmi, 1973).

Proses pembuatan lada hijau dalam botol dengan penambahan asam dari luar dapat menggunakan asam sitrat atau asam asetat. Asam sitrat cepat larut dalam air dan kelarutannya dalam alkohol sedang, tetapi sedikit larut dalam eter. Selain pengatur pH, asam sitrat juga dapat berfungsi sebagai pengikat logam (Frazier and West Hoff, 1978).

Menurut Kirk dan Othmer (1953), asam sitrat merupakan asam organik yang banyak digunakan dalam industri pangan dan farmasi karena mudah dicerna, mempunyai rasa asam yang menyenangkan, tidak beracun dan mudah larut.

Penambahan asam asetat dalam pembuatan piket, selain sebagai pemberi cita rasa juga berfungsi sebagai pengawet. Dengan penambahan asam asetat maka pH larutan piket menjadi rendah, sehingga mikroba pembusuk akan dihambat pertumbuhannya (Frazier, 1978).

Fennema (1985), juga menyatakan ketika kacang hijau dicelupkan kedalam air mendidih memperlihatkan terjadi perubahan warna, warna hijau asal sedikit hilang dan keadaannya menjadi jernih, untuk mencegah kerusakan warna dapat dilakukan dengan perendaman dalam larutan Na_2CO_3 selama 30 menit sebelum di *blanching*. Perendaman dalam larutan natrium

karbonat dengan pH 5 diharapkan dapat mencegah terjadinya pelarutan khlorofil dan dapat mempertahankan warna dan tekstur agar tetap baik.

Dalam pembuatan lada hijau (*green pepper*) dalam botol perlu dilakukan pemanasan. Panas merupakan faktor penting untuk mematikan mikroorganisma. Kematian mikroorganisma karena panas disebabkan terjadinya penggumpalan protein dan enzim yang diperlukan untuk metabolisme mikroorganisma menjadi tidak aktif. Pemanasan pada bahan makanan dilakukan sedemikian rupa sehingga mikroorganisma yang membahayakan terhadap manusia menjadi mati, tetapi tidak banyak mengalami perubahan terhadap sifat bahan itu sendiri.

Pembuatan *green pepper* dalam botol di tiap negara agak berbeda bahan pengawetnya. Meskipun tujuannya sama untuk mempertahankan warna hijau dan bentuk lada tetap seperti aslinya buah lada.

Di India, komposisi larutan pengawet yaitu 15 % NaCl, 0,25 % asam sitrat, 100 ppm SO_2 . Di Malaysia terdiri dari 2 % NaCl, 0,2 % asam sitrat, 0,02 % $CaCl_2$. Di Brazil menggunakan kombinasi garam, cuka dan gula, sedangkan Risfaheri dan Hidayat (1998) menggunakan perlakuan sebagai berikut : perendaman dalam larutan kaporit 50 – 100 ppm selama 30 menit, larutan pengawet terdiri dari NaCl minimum 12 %, asam sitrat 15 %. Sembiring (2001) menggunakan perlakuan sebagai berikut : perendaman dalam larutan garam 2 % selama 12 jam dan larutan pengawet asam sitrat 0.2 % dan garam 2 % dimasak dalam autoklaf selama 12 menit. Sedangkan penelitian yang akan dilakukan di BBIA, adalah perendaman dalam larutan natrium karbonat 2 % selama 30 menit, *blanching* 5 menit dalam air mendidih, larutan pengawet adalah garam 10 – 20 %, SO_2 300 ppm, asam sitrat 0,2 % dan asam asetat 4 % serta pasteurisasi pada suhu air mendidih 15 menit.

Tujuan dari penelitian ini : (1) meneliti kondisi optimum pada pengolahan lada hijau dalam botol sehingga dapat menghasilkan mutu yang baik dan (2) meneliti pengaruh jenis asam, larutan garam terhadap mutu lada hijau selama penyimpanan.

METODOLOGI

Bahan

Bahan baku yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah buah lada matang susu, yang diperoleh dari perkebunan percobaan Balitro di Kabupaten Sukabumi.

Bahan kimia yang digunakan adalah Na_2CO_3 , $NaHSO_3$, asam sitrat, asam asetat, garam dapur dan lain-lain.

Alat

Alat yang digunakan adalah penangas air, seperangkat alat aufhauser, alat photovolt, spectrofotometer, pH meter, dan lain-lain.

Metode

Penelitian dilakukan dalam 2 (dua) tahap yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama.

Bahan baku sebelum diproses dianalisis dulu kadar air (dengan cara xylol), protein (mikro Kjeldahl), serat kasar (gravimetri), karbohidrat (Luff School), minyak atsiri (cara kohobasi), piperin (spectrofotometri), derajat warna (spectrofotometri).

Penelitian pendahuluan

Penelitian pendahuluan dimaksudkan untuk melihat perlakuan yang dapat mempertahankan warna hijau lada dalam botol dengan perlakuan perendaman dalam larutan Na₂CO₃ yang bervariasi yaitu 2 %, 5 %, 10 %, 15 % dan 20 %.

Pada penelitian pendahuluan ini dicobakan juga penambahan asam sebagai pengawet yaitu asam

sitrat dan asam asetat serta menentukan waktu pasteurisasi yang tepat.

Penelitian utama

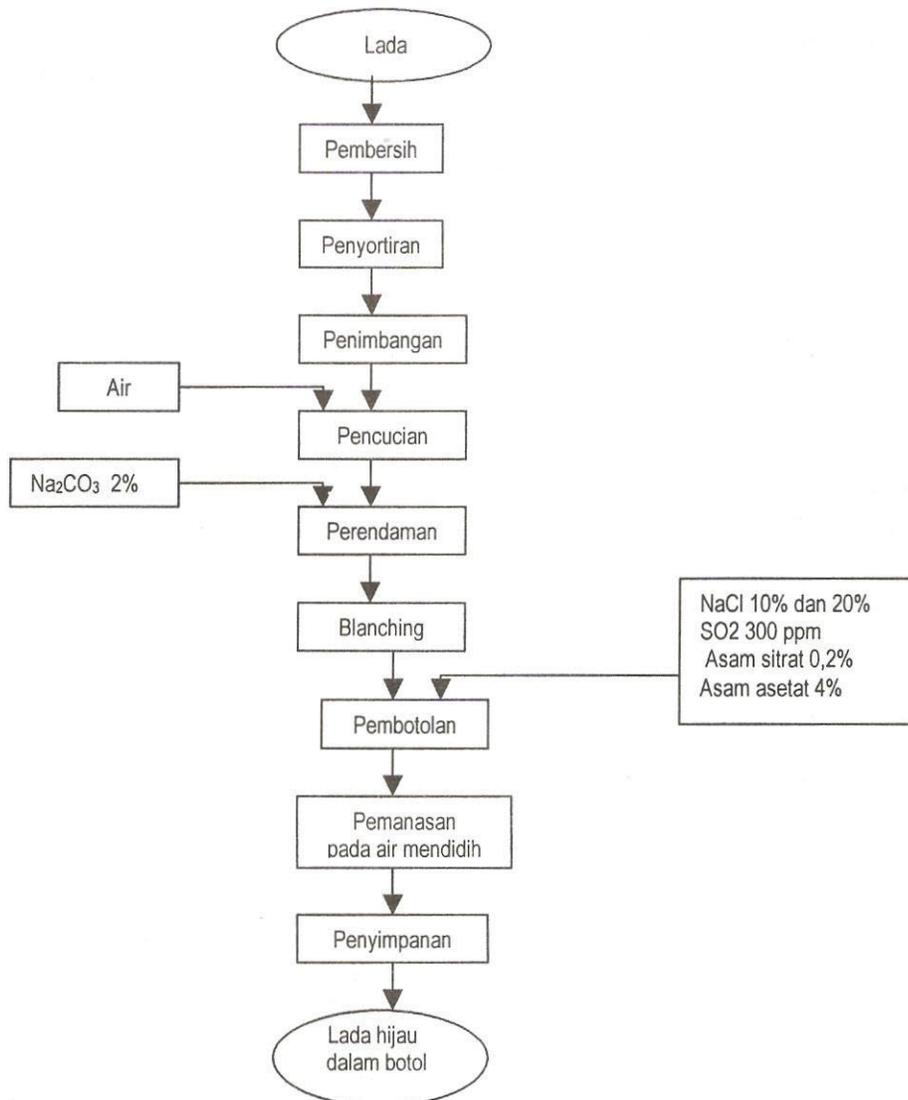
Penelitian utama ini didasarkan kondisi terbaik yang dilakukan pada penelitian pendahuluan. Proses pembuatannya dapat dilihat pada Gambar 1. Untuk lebih jelasnya prosedur kerja sbb :

(1) Pembersihan

Buah lada yang telah dipetik dipisahkan dari tangkainya dan kotoran lain, kemudian disortir dan ditimbang.

(2) Pencucian

Buah lada yang telah disortir dan ditimbang dilakukan pencucian pada air yang mengalir sehingga kotoran yang menempel dapat terpisahkan.



Gambar 1. Proses pembuatan lada hijau dalam botol

(3) Perendaman

Perendaman dilakukan dengan menggunakan bahan kimia natrium karbonat 2 % selama 30 menit. Hal ini dilakukan untuk mempertahankan warna dan tekstur agar tetap baik.

(4) Blanching

Buah lada yang telah dilakukan perendaman kemudian ditiriskan sebentar dan langsung di blanching dalam air mendidih selama 5 menit dengan menggunakan panci stainless steel.

(5) Pengemasan

Setelah proses blanching buah lada langsung dimasukkan kedalam botol dengan cepat. Hal ini dilakukan untuk menghindari terjadinya browning pada buah lada. Botol yang akan digunakan sebelumnya sudah disterilkan dan berisi larutan pengawet. Larutan pengawet terdiri dari : Larutan garam dengan konsentrasi 10 % dan 20 %, SO_2 300 ppm, asam sitrat 0,2 % dan asam asetat 4 %.

(6) Pemanasan

Buah lada yang telah dibotolkan ditutup kemudian dilakukan pasteurisasi pada air mendidih selama 15 menit. Pasteurisasi ini dilakukan untuk membunuh mikroba pembusuk yang mungkin terdapat dalam bahan, botol ataupun tutupnya sehingga produk dapat tahan selama penyimpanan.

(7) Penyimpanan

Buah lada yang telah diolah dan dikemas secara baik, dilakukan penyimpanan untuk kemudian dianalisis produknya pada bulan ke 0, 1, 2, dan 3 untuk mengetahui mutu lada hijau dalam botol terhadap waktu penyimpanan.

Larutan pengawet terdiri dari :

- (1) Garam 20 %, NaHSO_3 300 ppm, asam sitrat 0,2 %.
- (2) Garam 20 %, NaHSO_3 300 ppm, asam asetat 4 %
- (3) Garam 10 %, NaHSO_3 300 ppm, asam sitrat 0,2 %
- (4) Garam 10 %, NaHSO_3 300 ppm, asam asetat 4 %

Produk yang dihasilkan dianalisis kadar air dengan cara xylol, total padatan, derajat warna dengan photovolt, tingkat keasaman (pH) dengan pH meter, angka lempeng total (ALT) metode plate count, kandungan piperin dengan spectrophotometer.

Jadi variabel yang digunakan :

1. Konsentrasi garam 10 % (A1) dan 20 % (A2)
2. Penambahan jenis asam yaitu asam asetat 4 % (B1) dan asam sitrat 0,2 % (B2)
3. Waktu penyimpanan 0 bulan (C1), 1 bulan (C2), 2 bulan (C3), dan 3 bulan (C4)

Masing-masing perlakuan dilakukan dua kali ulangan. Jumlah kombinasi perlakuan $2 \times 2 \times 4 = 16$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk menentukan cara mempertahankan warna hijau lada dengan perendaman dengan Na_2CO_3 (natrium karbonat) dan tanpa perendaman, penggunaan asam sebagai pengawet serta menentukan lama waktu pasteurisasi.

Lada yang digunakan dalam penelitian berumur 5 sampai 6 bulan atau disebut sebagai buah matang susu. Buah lada yang sudah tua kurang baik dilakukan pembotolan, karena buah lada yang sudah tua kandungan klorofilnya akan berubah menjadi anthosianin atau terjadi degradasi klorofil sehingga kandungan klorofil menjadi rendah. disamping itu, klorofil sulit dipertahankan dalam pengolahan bahan pangan. Hal ini sesuai dengan pendapat Tranggono (1988), yang menyatakan bahwa hampir semua cara pengolahan dan penyimpanan akan menyebabkan kerusakan klorofil. Fennema (1985), juga menyatakan ketika kacang-kacangan hijau dicelupkan ke dalam air mendidih, memperlihatkan perubahan warna, warna hijau asal sedikit hilang dan keadaannya menjadi jernih. Untuk mencegah kerusakan warna tersebut buah lada sebelum diblanching dilakukan perendaman dalam larutan Na_2CO_3 (natrium karbonat) selama 30 menit. Perendaman dalam larutan natrium karbonat dengan pH 5 diharapkan dapat mencegah terjadinya pelarutan klorofil dan dapat mempertahankan warna dan tekstur agar tetap baik.

Natrium karbonat (Na_2CO_3) yang dicobakan adalah konsentrasi 2%, 5 %, 10 %, 15 % dan 20 %. Dari hasil percobaan ini dipilih salah satu yang memberikan hasil terbaik, dalam hal ini ternyata perendaman dengan larutan Na_2CO_3 2% selama 30 menit dapat mencegah perubahan warna hijau. Perubahan warna juga dapat dicegah dengan penambahan garam dapur, karena Mg pada garam menghambat pelepasan Mg dari klorofil (Winarno, 1986). Sedang perlakuan tanpa perendaman tidak dilanjutkan karena hasil percobaan menghasilkan biji kurang baik.

Penggunaan asam sebagai pengawet yang dicobakan adalah penambahan asam asetat dan asam sitrat. Asam sitrat yang digunakan 0,2 % sedangkan penambahan asam asetat ditambahkan berdasarkan pH larutan dengan penambahan asam sitrat 0,2 %.

Waktu pasteurisasi yang dicoba adalah 15 menit dan 30 menit dalam air mendidih. Dari hasil percobaan diambil lama waktu pasteurisasi yang terbaik yaitu waktu pemanasan 15 menit yang menghasilkan produk yang tidak rusak tekstur dan warna tetap hijau.

Penelitian utama

Pada penelitian utama akan dibahas mengenai pengaruh masing-masing perlakuan yaitu pengaruh konsentrasi garam, pengaruh penambahan jenis asam,

dan pengaruh waktu penyimpanan serta interaksinya terhadap mutu lada hijau dalam botol.

Perlakuan yang dilakukan berdasarkan hasil penelitian pendahuluan yaitu bahan baku lada dibersihkan dan dilakukan pencucian kemudian direndam dalam larutan natrium karbonat (Na₂CO₃) 2% dan diblanching selama 5 menit.

Setelah pembotolan dilakukan pasteurisasi selama 15 menit, kemudian dilakukan penyimpanan dalam waktu 0 bulan, 1 bulan, 2 bulan, dan 3 bulan untuk dianalisis. Analisis yang dilakukan terhadap produk meliputi : pengujian kadar total padatan, derajat warna, tingkat keasaman (pH), total bakteri, kandungan piperin.

Hasil analisis yang dilakukan terhadap bahan baku buah lada hijau segar untuk proses pembotolan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia buah lada hijau segar

Komponen	Kandungan (%)
Kadar air (wb)	69,01
Karbohidrat (db)	29,65
Lemak (db)	5,34
Protein (db)	14,36
Serat kasar (db)	18,41
Atsiri (db)	2,65
Piperin (db)	9,11
Derajat warna	6,2

Sumber : Lab. BBIHP

Derajat warna

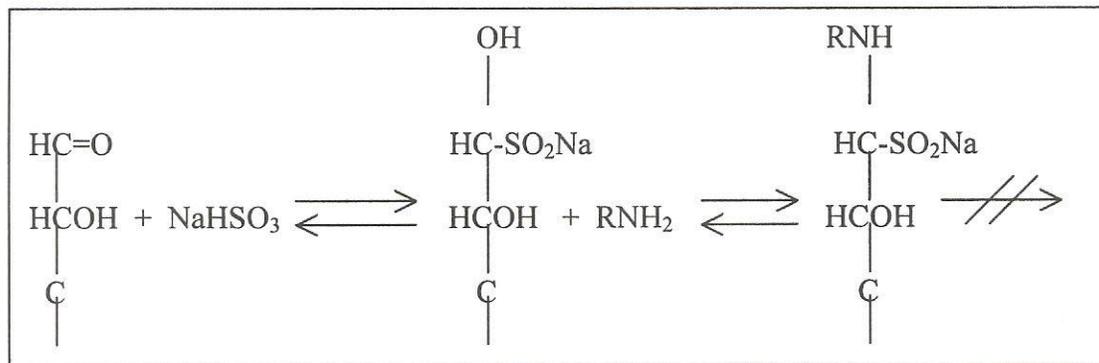
Lada hijau dalam botol diharapkan tetap berwarna hijau. Dari analisis statistik ternyata perlakuan jenis asam (B) menunjukkan adanya pengaruh yang nyata terhadap derajat warna. Sedangkan perlakuan penambahan konsentrasi garam (A) dan waktu penyimpanan (C) tidak menunjukkan adanya perbedaan nyata.

Garam lebih efektif dalam mencegah pertumbuhan mikro-organisma, maka terhadap derajat warna tidak memperlihatkan adanya perbedaan yang nyata. Derajat warna relatif tidak berubah dengan

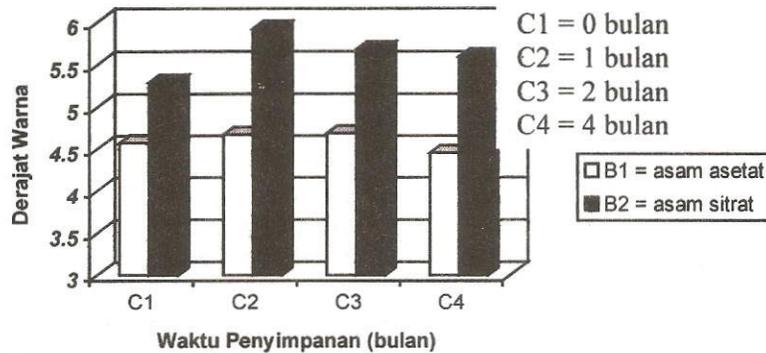
adanya penambahan garam natrium bisulfit (NaHSO₃). Penggunaan garam natrium bisulfit dapat mempertahankan warna lada sehingga tidak banyak mengalami perubahan. Chichester dan Tanner (1977), menjelaskan bahwa sulfit dapat mempertahankan warna dan mencegah reaksi enzimatik dan non enzimatik yang dapat menyebabkan terjadinya perubahan warna. Reaksi pencoklatan dapat dicegah dengan penambahan gas SO₂ atau garam-garamnya, seperti natrium sulfit, kalium sulfit, bisulfit dan metabisulfit. Reaksi antara sulfit dan gugus karbonil gula akan mengakibatkan gugus karbonil tersebut tidak dapat bereaksi dengan asam amino seperti pada reaksi berikut : (Gambar 2)

Dari analisis statistik ternyata pengaruh penambahan jenis asam (B), yaitu asam asetat dan asam sitrat, memperlihatkan adanya perbedaan nyata terhadap derajat warna lada hijau dalam botol. Histogram hubungan antara kedua jenis asam terhadap derajat warna hijau pada keadaan awal hingga penyimpanan tiga bulan ditunjukkan pada gambar 3. Dari Gambar 3 ternyata penambahan asam sitrat (B2), menghasilkan derajat warna rata-rata tertinggi yaitu berkisar antara 5,3 hingga 5,92. Menurut Pruthi (1980), bahwa asam sitrat dapat mempertahankan warna hijau, sedang pada penambahan asam asetat (B1) menghasilkan derajat warna rata-rata antara 4,46 hingga 4,69.

Perbedaan ini disebabkan karena penambahan asam asetat menghasilkan pH rata-rata 3,6. Akibat terjadinya penurunan pH menyebabkan khlorofil yang sifatnya sangat labil menjadi rusak karena berada pada lingkungan asam. Menurut Winarno (1989), pada dasarnya khlorofil merupakan senyawa yang tidak stabil, sehingga sulit untuk menjaga agar molekulnya tetap utuh dengan warna hijau yang sangat menarik. Khlorofil dalam bahan makanan mudah mengalami degradasi oleh pengaruh panas maupun asam. Dalam keadaan asam, ion Mg²⁺ dalam khlorofil akan disubstitusikan dengan ion hidrogen, hal ini akan menyebabkan berubahnya warna hijau khlorofil menjadi coklat yaitu dari feopytin.



Gambar 2. Reaksi antara gugus karbonil pada gula dengan NaHSO₃ (Braverman, 1963)



Gambar 3. Histogram hubungan antara penambahan jenis asam dan waktu penyimpanan terhadap derajat warna lada hijau dalam botol.

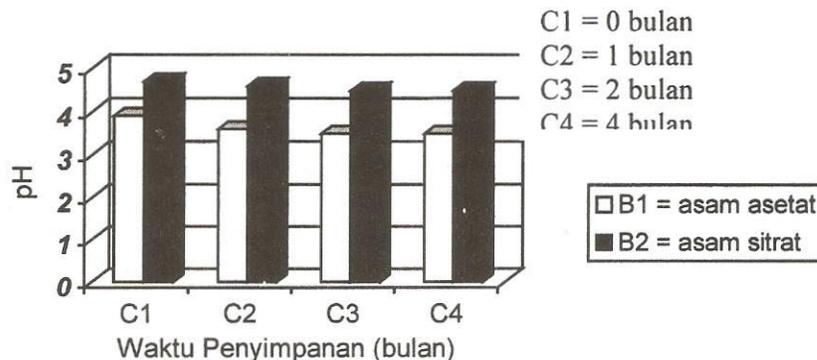
Interaksi faktor penambahan jenis asam terhadap waktu penyimpanan menunjukkan bahwa penambahan jenis asam sitrat menghasilkan derajat warna lebih tinggi dari penambahan jenis asam asetat. Semakin lama waktu penyimpanan umumnya terjadi penurunan derajat warna yang dihasilkan. Derajat warna tertinggi dihasilkan pada perlakuan penambahan jenis asam sitrat selama penyimpanan 1 bulan (B₂C₂) yaitu 5,93 dan derajat warna terendah pada penambahan asam asetat dengan penyimpanan 3 bulan (B₁C₄) yaitu 4,46.

Pruthi (1980), mengatakan bahwa asam asetat ditemukan sebagai pengawet yang lebih baik dari pada asam sitrat bila dilihat secara mikrobiologis, tetapi jika dilihat dari retensinya terhadap warna selama penyimpanan pengawet asam sitrat lebih baik dari pada asam asetat. Hal ini sesuai dengan analisis pH, perlakuan asam sitrat menghasilkan pH lebih tinggi dari pada perlakuan asam asetat. Menurut Winarno (1989), kerusakan klorofil dapat dicegah dengan menaikkan pH mendekati basa, sehingga perubahan warna dapat dicegah.

pH (Keasaman)

Lada hijau dalam botol termasuk salah satu produk dengan keasaman tinggi. Asam ini dapat berasal dari hasil fermentasi atau bisa juga ditambahkan dari luar. Pada perlakuan ini digunakan asam yang ditambahkan dari luar, yaitu penggunaan asam asetat dan asam sitrat. Berdasarkan hasil analisis variansi pH larutan dipengaruhi sangat nyata oleh perlakuan penambahan jenis asam (B) dan lama waktu penyimpanan (C).

Dari analisis statistik menunjukkan bahwa perbedaan pH larutan lada hijau dengan penambahan asam sitrat (B₂) dan penambahan asam asetat (B₁) adalah nyata. Dari kedua jenis asam yang ditambahkan ini, penambahan asam sitrat menghasilkan pH rata-rata paling tinggi yaitu berkisar antara 4,53 hingga 4,67, sedang penambahan asam asetat mempunyai nilai pH rata-rata paling rendah yaitu berkisar antara 3,49 hingga 3,9. Histogram hubungan antara perlakuan penambahan kedua jenis asam terhadap pH larutan lada hijau dalam botol pada keadaan awal hingga penyimpanan tiga bulan dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Histogram hubungan perlakuan penambahan jenis asam dan waktu penyimpanan terhadap pH larutan lada hijau dalam botol.

Menurut Tranggono (1988), efektifitas suatu asam dalam menurunkan pH tergantung pada kekuatannya. Asam kuat lebih efektif dalam menurunkan pH. Dalam penelitian ini jenis asam yang ditambahkan adalah asam lemah tetapi karena konsentrasi asam asetat lebih besar dari asam sitrat maka pada penambahan asam asetat, pH yang dihasilkan lebih rendah dari asam sitrat.

Waktu penyimpanan berpengaruh sangat nyata terhadap penurunan pH. Penurunan pH berkisar dari 4,29 sampai 4,01. Hal ini terjadi selain dipengaruhi oleh adanya asam yang berpenetrasi dari buah lada selama penyimpanan, juga dipengaruhi oleh asam yang sengaja ditambahkan.

Berdasarkan uji jarak berganda duncan terdapat beda nyata pada interaksi masing-masing faktor. Interaksi antara garam dengan penambahan jenis asam menunjukkan bahwa pada penambahan asam sitrat pH yang dihasilkan lebih tinggi dari asam asetat pada konsentrasi pada garam yang sama. pH tertinggi dihasilkan pada perlakuan konsentrasi garam 20 % dengan penambahan asam sitrat (A₂B₂) yaitu 4,6 dan pH terendah dihasilkan pada perlakuan konsentrasi garam 10 % dengan penambahan asam asetat (A₁B₁) yaitu 3,57.

Interaksi penambahan jenis asam dengan waktu penyimpanan menunjukkan bahwa penambahan jenis asam yang sama selama penyimpanan tidak menunjukkan adanya perbedaan. Pada penambahan asam asetat (B₁) dan asam sitrat (B₂) selama penyimpanan menunjukkan adanya perbedaan. pH tertinggi dihasilkan oleh perlakuan penambahan asam sitrat pada penyimpanan 0 bulan (B₂C₁) yaitu 4,67 dan pH terendah pada penambahan asam asetat dengan penyimpanan 3 bulan (B₁C₄) yaitu 3,49. Hal ini sesuai dengan kondisi derajat warna lada hijau dalam botol. Perlakuan asam sitrat menghasilkan derajat warna lebih baik dari pada perlakuan asam asetat.

Angka lempeng total/ total bakteri (ALT)

Derajat penghambatan terhadap kerusakan bahan oleh mikroorganisma, bervariasi dengan macam bahan pengawet yang digunakan dan besarnya penghambatan ditentukan oleh konsentrasi bahan pengawet yang digunakan. Hasil analisis varian terhadap total bakteri pada lada hijau dalam botol dipengaruhi sangat nyata oleh penambahan jenis asam (B), sedangkan konsentrasi garam (A) dan waktu penyimpanan (C) serta interaksi ketiga faktor menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata.

Perlakuan penambahan konsentrasi garam terhadap total bakteri menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata. Hal ini disebabkan karena garam cukup efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri pembusuk dan jumlah garam yang ditambahkan berpengaruh pada populasi bakteri. Tranggono (1988), mengatakan bahwa garam dengan konsentrasi yang

tinggi akan mengurangi aktivitas biologis enzim, perubahan pH yang menyolok, akan menghambat kerja enzim dan mencegah perkembangan mikroorganisma.

Desrosier (1988), mengatakan bahwa garam dalam larutan suatu substrat bahan pangan dapat menekan kegiatan pertumbuhan mikroba tertentu, berperan dalam membatasi air yang tersedia, dapat mengeringkan protoplasma dan menyebabkan plasmolisis. Pada bahan pangan dengan pengawetan garam terjadi hidrasi ion, dimana setiap ion menarik molekul-molekul air di sekitarnya. Makin besar kadar garam, makin banyak air yang ditarik oleh ion hidrat. Pada saat larutan garam mencapai titik jenuh, bakteri, khamir dan jamur tidak mampu tumbuh. Hal ini disebabkan tidak adanya air bebas yang tersedia bagi pertumbuhan mikroba.

Pada perlakuan penambahan jenis asam (B) dengan menggunakan asam asetat dan asam sitrat terlihat adanya beda nyata. Total bakteri yang dihasilkan dengan penambahan asam asetat mencapai 2 – 3 koloni/g. Hal ini disebabkan penambahan asam asetat akan menurunkan pH yang disertai dengan naiknya konsentrasi ion hidrogen dan dijumpai bahwa pH rendah lebih besar penghambatannya terhadap pertumbuhan mikroorganisma. Sedangkan dengan penambahan asam sitrat mencapai 3 – 5 koloni. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 5.

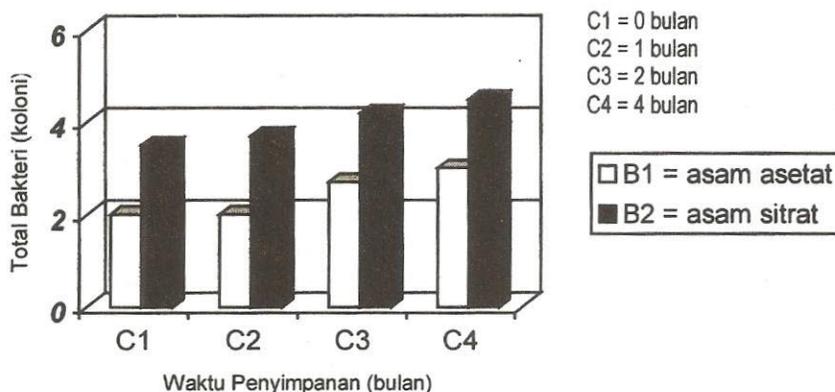
Menurut Chichester (1968), pH dan jenis asam sangat penting dalam kegiatan penghambatan dan kematian mikroba. Asam asetat akan lebih menghambat dan mempunyai pengaruh mematikan pada pH alkalis dari pada asam laktat dan asam klorida, sedangkan penambahan asam sitrat walaupun berperan sebagai bahan anti mikroba tetapi kurang efektif dibanding dengan asam lainnya.

Dalam larutan yang sangat encer, beberapa bahan kimia dapat berperan sebagai sumber makanan untuk mikroorganisma. Jumlah bahan kimia yang semakin banyak memungkinkan perannya sebagai penghambat dan pada jumlah atau konsentrasi yang lebih tinggi dapat membunuh beberapa atau semua sel mikroba.

Lebih lanjut Chichester (1968) mengatakan bahwa waktu penyimpanan merupakan faktor yang penting dalam penggunaan bahan kimia. Bahan kimia mungkin bereaksi dengan organisma secara cukup cepat atau mungkin memerlukan waktu beberapa jam untuk mendapatkan pengaruh terhadap mikroba seperti yang diharapkan. Makin lama waktu kontak, makin efektif pengaruh bahan pengawet.

Kandungan piperin

Piperin merupakan salah satu zat yang terpenting yang terdapat dalam buah lada dan menyebabkan rasa pedas. Hasil analisis piperin pada lada hijau dalam botol bervariasi 6,1 % s/d 8,2 % (tabel 2).



Gambar 5. Histogram hubungan antara jenis asam dan waktu penyimpanan terhadap total bakteri lada hijau dalam botol.

Tabel 2. Hasil analisis kandungan piperin (%) lada hijau dalam botol dari berbagai perlakuan

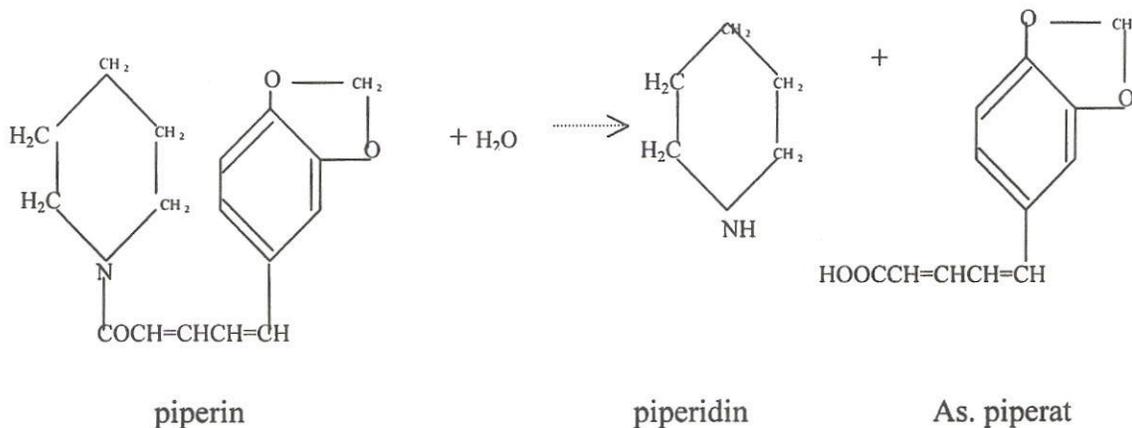
Waktu penyimpanan	Garam 10 %		Garam 20 %	
	Asam asetat	Asam sitrat	Asam asetat	Asam sitrat
0 bulan	7,7	7,35	7,31	7,21
1 bulan	8,15	8,14	8,20	8,22
2 bulan	6,52	7,11	7,11	7,43
3 bulan	5,66	6,09	6,40	6,52

Keterangan : * Rata-rata 2 ulangan

Berdasarkan hasil Analisis Varian kandungan piperin lada hijau dalam botol dipengaruhi sangat nyata oleh waktu penyimpanan. Sedang konsentrasi garam (A) dan penambahan jenis asam (B), menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata.

Selama waktu penyimpanan umumnya kandungan piperin mengalami penurunan. Waktu penyimpanan 1 bulan hingga 3 bulan (C₂ hingga C₄), terlihat adanya perbedaan nyata yaitu terjadinya penurunan kandungan piperin. Semakin lama waktu penyimpanan umumnya kandungan piperin yang

dihasilkan semakin menurun. Penurunan piperin pada penelitian ini berhubungan dengan penurunan pH larutan yang dihasilkan selama penyimpanan, dimana semakin lama waktu penyimpanan pH larutan semakin rendah dengan demikian terjadi degradasi piperin menjadi senyawa yang lebih sederhana yang dapat menurunkan kandungan piperin lada hijau dalam botol. Penurunan piperin dapat terjadi karena terurainya piperin menjadi asam piperat dan piperidin dalam suasana asam (Guenther, 1952). Reaksi terurainya piperin dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Reaksi hidrolisis piperin (Guenther, 1952)

Pada interaksi konsentrasi garam dan waktu penyimpanan, selama penyimpanan umumnya mengalami penurunan kandungan piperin. Kandungan piperin tertinggi dihasilkan pada perlakuan konsentrasi garam 20% pada penyimpanan 1 bulan (A_2C_2) yaitu 8,21 % dan kandungan piperin terendah dihasilkan pada konsentrasi garam 10 % dengan penyimpanan 3 bulan (A_1C_4) yaitu 5,87%.

Interaksi antara penambahan jenis asam terhadap waktu penyimpanan menunjukkan bahwa penambahan asam sitrat pada penyimpanan yang sama menghasilkan kandungan piperin yang lebih tinggi dan selama penyimpanan mengalami penurunan. Kandungan piperin tertinggi dihasilkan pada penambahan asam sitrat dengan penyimpanan 1 bulan (B_2C_2) yaitu 8,18% dan kandungan piperin terendah pada penambahan asam asetat dengan penyimpanan 3 bulan (B_1C_4) yaitu 6,03 %.

Interaksi dari ketiga faktor umumnya penambahan jenis asam sitrat menghasilkan kandungan piperin yang lebih tinggi dan mengalami penurunan selama penyimpanan. Kandungan piperin tertinggi dihasilkan pada konsentrasi garam 20% dengan penambahan asam sitrat dan penyimpanan 1 bulan ($A_2B_2C_2$) yaitu 8,22%, sedang yang terendah adalah perlakuan konsentrasi garam 10 %, penambahan asam asetat dan penyimpanan 3 bulan ($A_1B_1C_4$) yaitu 5,66 %. Ditinjau dari kadar piperin, perlakuan terbaik adalah garam 20% dan asam sitrat.

Total padatan

Total padatan pada lada hijau dalam botol bervariasi 26–33%. Dari analisis statistik ternyata perlakuan konsentrasi garam (A) dan waktu penyimpanan (C) memberikan pengaruh yang nyata terhadap total padatan.

Perubahan total padatan setelah penyimpanan terjadi karena adanya pengaruh konsentrasi garam yang ditambahkan. Nilai kadar total padatan pada perlakuan konsentrasi garam 10 % (A_1) berkisar 27,2 – 32 % dan pada konsentrasi garam 20 % (A_2) menghasilkan kadar total padatan tertinggi yaitu berkisar antara 29,38 – 36,08 %. Sedangkan nilai kadar total padatan pada perlakuan waktu penyimpanan bervariasi antara 28,41 % hingga 33,63 %, dimana semakin lama waktu penyimpanan kadar total padatan yang dihasilkan semakin besar. Pada lada hijau dalam botol ini digunakan garam dengan konsentrasi yang relatif tinggi sehingga pada saat larutan mulai jenuh garam yang tidak larut akan turut mengendap sebagai padatan yang tidak larut.

Interaksi dari masing-masing faktor berdasarkan analisa sidik ragam menunjukkan tidak adanya beda nyata, tetapi berdasarkan uji Duncan ada perbedaan untuk masing-masing faktor. Pada interaksi garam dan penambahan jenis asam, konsentrasi garam 20% (A_2) berbeda dengan konsentrasi garam 10% (A_1) pada penambahan asam yang sama. Total padatan

tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan garam 20% dengan penambahan asam asetat (A_2B_1) yaitu 33,27% dan total padatan terkecil pada perlakuan garam 10% dengan penambahan asam sitrat (A_1B_2) yaitu 29,37%.

Interaksi antara garam dengan waktu penyimpanan, konsentrasi garam 20% (A_2) berbeda nyata dengan konsentrasi garam 10% (A_1) selama penyimpanan. Semakin lama waktu penyimpanan terjadi kenaikan total padatan yang dihasilkan. Perlakuan konsentrasi garam 20% (A_2) dengan penyimpanan 3 bulan (A_2C_4) menghasilkan total padatan tertinggi yaitu 35,23 % dan perlakuan konsentrasi garam 10 % (A_1) pada penyimpanan 0 bulan (A_1C_1) menghasilkan total padatan terendah yaitu 27,34 %.

Interaksi antara penambahan jenis asam dengan waktu penyimpanan, menunjukkan kenaikan total padatan selama penyimpanan. Penambahan asam asetat menghasilkan total padatan lebih tinggi dari pada penambahan asam sitrat. Total padatan tertinggi adalah pada penambahan asam asetat dengan penyimpanan 3 bulan (B_1C_4) yaitu 34,48 % dan terendah pada penambahan asam sitrat pada penyimpanan 0 bulan (B_2C_1) yaitu 28,32 %.

Interaksi dari ketiga faktor, konsentrasi garam 20% dengan penambahan asam asetat selama penyimpanan menunjukkan kenaikan total padatan. Dimana total padatan tertinggi dihasilkan pada konsentrasi garam 20 % dengan penambahan asam asetat selama 3 bulan ($A_2B_1C_4$) yaitu 36,08 %, sedang total padatan terendah pada konsentrasi garam 10 % dengan penambahan asam sitrat pada penyimpanan 0 bulan yaitu 27,27 %.

Tekno ekonomi

Berdasarkan analisis tekno ekonomi (lihat tabel 3), jika didirikan industri lada hijau dalam botol (*bottled green pepper*) dengan kapasitas 1.000 botol per hari, harga bahan baku lada Rp. 5.000,00 per kg dan harga penjualan Rp.4.000,00 per botol maka keuntungan selama 6 bulan sebesar Rp. 60.000.000,00 dan B/C ratio 1,11.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Konsentrasi garam (NaCl) yang optimum pada lada hijau dalam botol adalah 20 % yang menghasilkan derajat warna 5,16; tingkat keasaman (pH) 4,14; dan kadar piperin 7,13 %. Perlakuan garam 10 – 20 % cukup efektif untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme.

Jenis asam yang baik pada pembuatan lada hijau dalam botol adalah asam sitrat. Perlakuan asam sitrat menghasilkan derajat warna tertinggi 5,3 – 5,9 karena dengan penambahan asam sitrat menghasilkan pH 4,5 – 4,7 lebih tinggi dari pada perlakuan dengan asam asetat (pH 3,5 – 3,9). Perlakuan asam asetat

Tabel 3. Analisa tekno ekonomi

		6 bulan	6 bulan
	Kapasitas	1.000 botol / hari	1.500 botol / hari
I.	PENGELUARAN		
	Bahan baku :		
	- Lada hijau @ Rp. 5.000,-	108.750.000,-	163.125.000,-
	- Garam 50 kg/hari	15.000.000,-	22.500.000,-
	- Asam sitrat	5.000.000,-	7.500.000,-
	- NaHSO ₃	2.500.000,-	3.750.000,-
	- Na ₂ CO ₃	2.500.000,-	3.750.000,-
	Botol @ Rp. 2.500,-	375.000.000,-	562.500.000,-
	Bahan bakar : 20 ltr minyak tanah / hari	3.000.000,-	4.500.000,-
	- Air	3.000.000,-	4.500.000,-
	- Listrik	3.000.000,-	4.500.000,-
	Tenaga Kerja :		
	- 1 orang pengawas @ Rp. 25.000,-	3.750.000,-	3.750.000,-
	- 6 orang pekerja @ Rp. 20.000,-	18.000.000,-	18.000.000,-
	Total Pengeluaran	539.500.000,-	798.375.000,-
II.	PENDAPATAN		
	Produksi	150.000 botol	225.000 botol
	Penjualan @ Rp. 4.000,- / botol	600.000.000,-	900.000.000,-
	Keuntungan	60.500.000,-	101.625.000,-
III.	PERTIMBANGAN USAHA		
	BEP (Break Event Point) :		
	- BEP Harga	$\frac{539.500.000}{150.000}$ = Rp. 3.596,-	$\frac{798.375.000}{225.000}$ = Rp. 3.548,-
	- BEP Produksi	$\frac{539.500.000}{4.000}$ = 134.875 botol	$\frac{798.375.000}{4.000}$ = 199.593 botol
	- B/C Ratio	$\frac{600.000.000}{539.500.000}$ = 1,11	$\frac{900.000.000}{798.375.000}$ = 1,12

menghasilkan derajat keasaman yang tinggi atau pH yang rendah yang mungkin dapat menyebabkan perubahan kestabilan klorofil, karena dalam lingkungan asam klorofil akan rusak.

Perlakuan garam dan jenis asam tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap kadar piperin, sedangkan waktu penyimpanan memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar piperin. Makin lama penyimpanan kadar piperin makin turun, tetapi dalam proses ini penurunan tidak signifikan. Pada 0 bulan kadar piperin 7 – 8%; setelah penyimpanan 3 bulan 5,6 – 6,5%. Kombinasi perlakuan garam 20 % dan asam sitrat dapat lebih mempertahankan kadar piperin dari pada kombinasi perlakuan garam 20 % dan asam asetat. Semua kombinasi perlakuan menghasilkan angka lempeng total yang rendah yaitu : 1 – 5 koloni/g. Nilai ini masih dibawah ambang batas. Perlakuan asam asetat menghasilkan angka lempeng total 2 – 3 koloni/g sedangkan perlakuan asam sitrat 3 – 5 koloni/g.

Berdasarkan hasil penelitian dengan perlakuan diatas diperoleh bahwa konsentrasi garam 20 % dengan penambahan asam sitrat merupakan perlakuan optimum yang menghasilkan total padatan 31,95 %, derajat warna 5,78, derajat keasaman (pH) 4,6, ALT 4 koloni per ml dan kandungan piperin 7,4 %.

Ditinjau dari segi tekno-ekonomi sebagai produk ini menguntungkan karena dengan memproduksi 1.000 botol / hari dan harga jual Rp. 4.000,- / botol mendapat keuntungan Rp. 60.000.000,- per 6 bulan dengan *benefit cost ratio* (B/C) sebesar 1,11.

Saran

Perlu dibuat standar mutu untuk lada hijau dalam botol dan penelitian penyimpanan lebih lama, 6 dan 12 bulan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous, 2002.** Series Produksi Tanaman Perkebunan Industri. Biro Pusat Statistik.
- Anonymous, 2004.** 29TH PEPPERTECH MEETING. Internasional Pepper Community.
- Braverman, J.B.S., 1963.** Introduction to The Biochemistry of Foods. Elsevier Publishing Company, Amsterdam.
- Chichester, D.E. dan F.W. Tanner, 1977.** Antimicrobial Food Additives. Chemical Rubber Co. New York.
- Desrosier, N.W., 1988.** Teknologi Pengawetan Pangan. Penerbit Universitas Indonesia (UI – Press), Jakarta.
- Fennema, O.R., 1985.** Principles of Food Science Part I : Food Chemistry. Marcel Dekker Inc., New York.
- Frazier, W.C. and D.C. Westhoff, 1978.** Food Microbiology. Third ed.. AVI Publ. Co., Inc., Westport Connecticut.
- Guenther E., 1952.** The Essential Oils. Vol. V. D. Van Nostrand, New York.
- Hidayat, Tatang dan Risfaheri, 1994.** Pengaruh Kondisi Blanching dan Sulfitasi terhadap Mutu Lada Hijau Dehidrasi. Vol. XIX No. 3 – 4. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian. Jakarta.
- Kirk, R.E. and D.F. Othmer, 1953.** Encyclopedia of Chemical Technology. The Interscience Encyclopedia Inc., New York.
- Pruthi, J.S., 1980.** Spices and Condiment : Chemistry Microbiology Technology. Academic Press, New York.
- Risfaheri dan Tatang Hidayat, 1998.** Diversifikasi Hasil Teknologi Pengolahan Hasil Tanaman Perkebunan. Badan Litbang Kehutanan dan Perkebunan. Jakarta.
- Sintha Suhirman dan Bagem Sofiana Sembiring, 2001.** Diversifikasi Produk Lada. Perkembangan Teknologi Tanaman Rempah dan Obat. Vol. XIII No. 1 Tahun 2001. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Perkebunan. Bogor.
- Tranggono, 1988.** Bahan Tambahan Pangan. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, UGM. Yogyakarta.
- Winarno, F.G. dan Sri Laksmi, 1973.** Pigmen Dalam Pengolahan Pangan. Dept. Teknologi Hasil Pertanian. Fateta-IPB, Bogor.
- Winarno, F.G., 1986.** Kimia Pangan dan Gizi, PT. Gramedia. Jakarta.