PENGARUH PERLAKUAN PENAMBAHAN SULFIT DAN SORBAT TERHADAP MUTU LADA HIJAU KERING SELAMA PENYIMPANAN

The Effect of Sulphites and Sorbic on the Quality of Dehydrated Green Pepper During Storage

Oleh:
Endah Djubaedah*), Djumarman*), Edwin Rachmat)**
dan Mochamad Noerdin N.K*)

Abstract:
Research on the effect of sulphites and sorbic on the quality of dehydrated green pepper had been carried out. Piperine content decreased from 3% to 0,9% during 6 weeks storage. Piperine content of pepper without sorbic treatment decreased more rapidly than one with 500 ppm sorbic treatment. Combination treatment of NaCl, $NaHSO_3$ and sorbic could reduce browning reaction which indicated by higher degree of green color. Those treatment could also inhibit microorganism growth during storage indicated by its total plate count. Sorbic treatment has significant effect on rehydration ratio during storage. Soaking in 20% brine solution for 24 hours before blanching with 0.15% of $NaHSO_3$ and 500 ppm of sorbic acid gave the best result of this research.

Keyword: green pepper, preservation, spices

Intisari:
Penelitian pengaruh penambahan sulfit dan sorbat terhadap mutu lada hijau kering selama penyimpanan telah dilaksanakan. Kandungan piperin lada hijau kering berkurang dari 3% menjadi 0,9% selama penyimpanan 6 minggu. Perlakuan tanpa sorbat menghasilkan produk yang kandungan piperin menurun lebih besar daripada perlakuan dengan sorbat 500 ppm. Kombinasi perlakuan NaCl, $NaHSO_3$ dan asam sorbat dapat menghambat reaksi pencoklatan dan pertumbuhan mikroorganisma seperti yang ditunjukkan oleh tingginya derajat warna hijau dan rendahnya nilai angka lempeng total. Perlakuan sorbat 500 ppm mempunyai pengaruh yang nyata terhadap ratio rehidrasi selama penyimpanan. Perlakuan perendaman dalam larutan NaCl 20% selama 24 jam sebelum dilakukan *blanching* dengan larutan $NaHSO_3$ 0,15% dan asam sorbat 500 ppm merupakan perlakuan terbaik.

PENDAHULUAN

Lada (*Piper nigrum Linn*) memiliki kandungan kimia tertentu terutama bahan yang tidak menguap seperti piperin yang memberikan rasa pedas dan panas yang khas serta minyak atsiri yang terdiri dari beberapa komponen antara lain; alpha pinene, alpha phellondrene, dl-limonene, dll. Komponen-komponen itu menjadikan lada digunakan secara luas pada industri makanan, minuman dan industri farmasi.

Menurut Dirjen Bina Produksi Perkebunan produksi lada Indonesia pada tahun 1998 sampai tahun 2002 bervariasi antara 64.000 ton – 70.000 ton/tahun, daerah produksi terbesar adalah Propinsi Bangka Belitung dan Lampung. Jenis lada yang diperdagangkan di pasar dunia adalah lada hitam dan lada putih. Salah satu alternatif yang perlu diupayakan adalah diversifikasi produk lada terutama lada hijau kering, sesuai dengan peningkatan permintaan dari Eropa, Jepang dan Amerika dengan harga beberapa kali lipat dari lada hitam. Lada hijau lebih disukai karena kesegaran, tekstur, karakteristik rasa dan *flavor*-nya. Untuk mempertahankan kondisi serta sifat fisika dan kimianya, lada hijau membutuhkan beberapa perlakuan. Salah satu upaya pengawetan lada hijau adalah melalui pengeringan. Dengan pengeringan dan beberapa perlakuan sebelum pengeringan, diharapkan produk lada hijau memiliki warna tetap hijau, masa simpan yang lebih panjang dengan perubahan komposisi kimia sekecil mungkin. Menurut Pruthi (1992) didalam Tatang Hidayat dan Risfaheri (1998), mutu lada hijau kering dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu mutu buah lada, metoda pengolahan sebelum pengeringan suhu dan metoda pengeringan. Lada hijau dihasilkan dari buah lada yang matang susu, yaitu buah lada yang masih berwarna hijau. Pada tingkat kematangan seperti ini, komponen minyak volatilnya lebih besar dari pada lada yang telah masak. Kadar pati yang masih rendah dan belum terbentuknya lapisan mesokarp yang sangat keras (Pruthi et al., 1984).

*) *Balai Besar Industri Agro*
**) *Fakultas Teknologi Pertanian IPB*

Lada ini kemudian dikeringkan secara buatan atau diawetkan dalam bentuk segar di dalam larutan cuka, garam atau asam sitrat. Selain itu lada hijau dapat diproduksi melalui pengeringan dengan udara dingin.

Pada lada hijau yang dikalengkan dilakukan proses sterilisasi panas dan dikemas dalam kaleng dengan larutan garam 2%. Pemanasan yang lama mengakibatkan lada menjadi lunak dan lembek dan pada beberapa kasus terjadi perubahan pati yang tergelatinisasi. Tingkat kematangan yang tepat dan prosedur pengalengan yang optimal akan memperkecil kekurangan diatas. Lada hijau yang dibotolkan pengawetannya dilakukan dalam larutan garam 15–20% dan penambahan asam sitrat serta SO_2 akan mencegah terjadinya penghitaman pada produk. Menurut Endah dkk (1994) pada pembuatan lada hijau kering dengan pengeringan tanpa perlakuan sebelumnya buah lada berubah warna menjadi coklat tua sampai kehitam-hitaman. Pencoklatan/penghitaman ini ditimbulkan karena proses oksidasi substrat fenolat yang dikatalisis oleh fenolase. Pada lada sumber fenolase tersebut berada dalam kantung vaskuler di sekitar lapisan dalam (Mangalakumari et al., 1983).

Warna hijau alami disebabkan oleh figmen klorofil yang terkait dengan fotosintesis. Hilangnya warna hijau pada saat pengolahan dan penyimpanan merupakan permasalahan. Peningkatan ketahanan warna dapat dicapai dengan meningkatkan stabilitas pigmen klorofil.

Pencoklatan enzimatis berlangsung pada bagian tanaman yang terluka baik berupa memar, terpotong, beku atau karena penyakit. Prinsip reaksi ini adalah oksidasi fenol dan turunannya dengan oksigen dari udara.

Melalui pengeringan, enzim yang biasanya berperan dalam reaksi pencoklatan dibuat tidak aktif melalui proses *blanching* dengan SO_2 dan selanjutnya dikeringkan. Wirajaya (1990) melakukan modifikasi pembuatan lada hijau kering dengan *blanching* menggunakan larutan $NaHSO_3$ 0,1% selama 7,5 menit dan perendaman dengan larutan garam rakyat 20%. Tatang Hidayat dan Risfaheri (1994), melakukan *blanching* menggunakan larutan $CaCl_2$ pada suhu 100°C selama 15 – 20 menit.

Menurut Endah Djubaedah et al. (1994), semakin tinggi larutan $NaHSO_3$ (0,05 sampai 0,1%) yang digunakan untuk perlakuan *blanching*, derajat hijau lada kering cenderung semakin tinggi. Oleh karena itu dalam penelitian ini kadar sulfit akan ditingkatkan menjadi 0,15% dan dikombinasikan dengan sorbat 500 ppm. Penelitian ini merupakan kelanjutan penelitian Endah Djubaedah dkk (1994), Mempelajari Cara Pengolahan Lada Hijau Kering dengan perlakuan dalam larutan garam 20% selama 1 hari dilanjutkan blanching dengan larutan $NaHSO_3$ (0,05% dan 0,1%) selama 7,5 menit dan dikeringkan pada suhu 50 – 60°C serta penyimpanan produk sampai 6 minggu.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh bahan pengawet garam NaCl, Sulfit, Sorbat terhadap perubahan mutu lada hijau kering (*Dehydrated Green Pepper*) selama penyimpanan.

BAHAN DAN METODA

A. BAHAN

Bahan baku yang digunakan adalah lada (*Piper nigrum, Linn*) segar matang susu yang berasal dari Desa Sukamulya, Kecamatan Cibadak Kabupaten Sukabumi Jawa Barat. Lada ini termasuk varietas Bulok Belantung dengan umur sekitar 6 bulan. Bahan-bahan kimia yang diperlukan adalah asam sorbat, larutan $NHSO_3$, piperin standar, *peptone water*, *potatoes dextrose* agar (PDA) serta bahan-bahan kimia lainnya.

B. PERALATAN

Alat-alat yang digunakan meliputi oven vakum, pengering tipe lemari, spektrofotometer ultra violet, *Dean Stark destilator*, *Photovolt*, serta alat-alat gelas lainnya.

C. METODA

1. Analisis

Bahan baku yang digunakan dianalisis kadar air (cara xylol), abu (AOAC, 1990), kadar protein (cara *Kyeldahl*) kadar piperine (Spektrofotometri), minyak atsiri (cara destilasi), serat kasar, lemak (cara *soxhlet*), pati (AOAC, 1990), Produk lada hijau dianalisis kadar SO_2 (ISO, 1989), rasio rehidrasi (ISO, 1989), derajat warna hijau (ISO, 1989), *piperine* (ISO 5564-1982), Angka Lempeng Total (SNI 01-2897-1992), dan abu tak larut dalam asam (SNI.01-2891-1992).

2. Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi larutan asam

sorbat yang dikombinasikan dengan larutan garam 20% dan larutan natrium bisulfit serta pengkombinasiannya. Variasi konsentrasi natrium bisulfit adalah 0,1 dan 0,15% (m/v) sedangkan variasi kandungan asam sorbat yang diberikan adalah 0,01, 0.03, 0.05 dan 0.1% (m/v). Prosedur yang dilakukan adalah sebagai berikut: lada hijau umur 6 bulan dilepaskan dari malainya dan dibersihkan. Setelah dianalisis, lada segar tersebut direndam dengan menggunakan larutan garam 20% selama ± 24 jam dilanjutkan dengan *blanching* sebagai berikut:

a. *Blanching* selama 7,5 menit pada larutan yang mengandung $NaHSO_3$ 0.1% (m/v) dan asam sorbat dengan variasi konsentrasi 0.01, 0.03, 0.05 dan 0.1% (m/v).
b. *Blanching* selama 7,5 menit pada larutan yang mengandung larutan $NaHSO_3$ 0.15% (m/v) dan asam sorbat dengan variasi konsentrasi 0.01, 0.03, 0.05 dan 0.1% (m/v).
c. *Blanching* selama 7,5 menit dalam larutan $NaHSO_3$ 0.1% (m/v) dilanjutkan dengan blanching secara terpisah dengan larutan asam sorbat selama 7.5 menit dengan variasi konsentrasi 0.01, 0.03, 0.05 dan 0.1% (m/v).
d. *Blanching* selama 7,5 menit dalam larutan $NaHSO_3$ 0.15% (m/v) dilanjutkan dengan *blanching* secara terpisah dengan larutan asam sorbat selama 7.5 menit dengan variasi konsentrasi 0.01, 0.03, 0.05 dan 0.1% (m/v).

Selanjutnya dilakukan pengeringan dengan menggunakan oven vakum pada suhu 50 – 60°C dengan menggunakan tekanan sekitar –72 sampai dengan –72,5 cm Hg. Setelah kadar air mencapai 7 ± 1% diukur derajat warna hijaunya. Dari analisis ini dapat diketahui konsentrasi asam sorbat dan metoda *blanching* paling baik, dimana asam sorbat yang diserap berada dalam batas yang diizinkan. Hasil yang paling baik adalah lada hijau kering yang memiliki derajat hijau paling tinggi.

3. Penelitian Utama

Penelitian utama ini meliputi pembuatan lada hijau yang dikeringkan dengan memberikan beberapa perlakuan yang ingin diamati pengaruhnya terhadap perubahan mutu lada selama penyimpanan. Secara lengkap prosedur yang akan dilakukan pada penelitian utama adalah :

lada matang susu dibersihkan dan dilepaskan dari malainya. Lada bersih tersebut dikenakan perlakuan terbaik yang didapat dari penelitian pendahuluan. Penelitian dilanjutkan seperti pada diagram alir (Gambar 1). Pengeringan dilakukan pada suhu 60°C sampai menghasilkan lada dengan kadar air 7 ± 1%. Produk yang dihasilkan diamati dengan menganalisis kadar piperine (ISO 5564-1982), kadar SO_2 (titrasi), angka lempeng total, pengukuran derajat warna hijau (ISO 1989), pengukuran rasio rehidrasi (ISO 1989) dan abu tidak larut dalam asam. Perlakuan terdiri dari 3 faktor yaitu faktor penambahan bahan pengawet, faktor jenis alat pengering dan faktor waktu penyimpanan.

A = Faktor penambahan bahan pengawet
  A1: Perlakuan dengan asam sorbat (500 ppm)
  A2: Perlakuan tanpa asam sorbat (0 ppm)
B = Faktor cara pengeringan
  B1: pengeringan vakum
  B2: pengeringan biasa/tipe lemari
C = Faktor waktu penyimpanan
  C1: waktu penyimpanan 0 minggu
  C2: waktu penyimpanan 2 minggu
  C3: waktu penyimpanan 4 minggu
  C4: waktu penyimpanan 6 minggu

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Bahan Baku

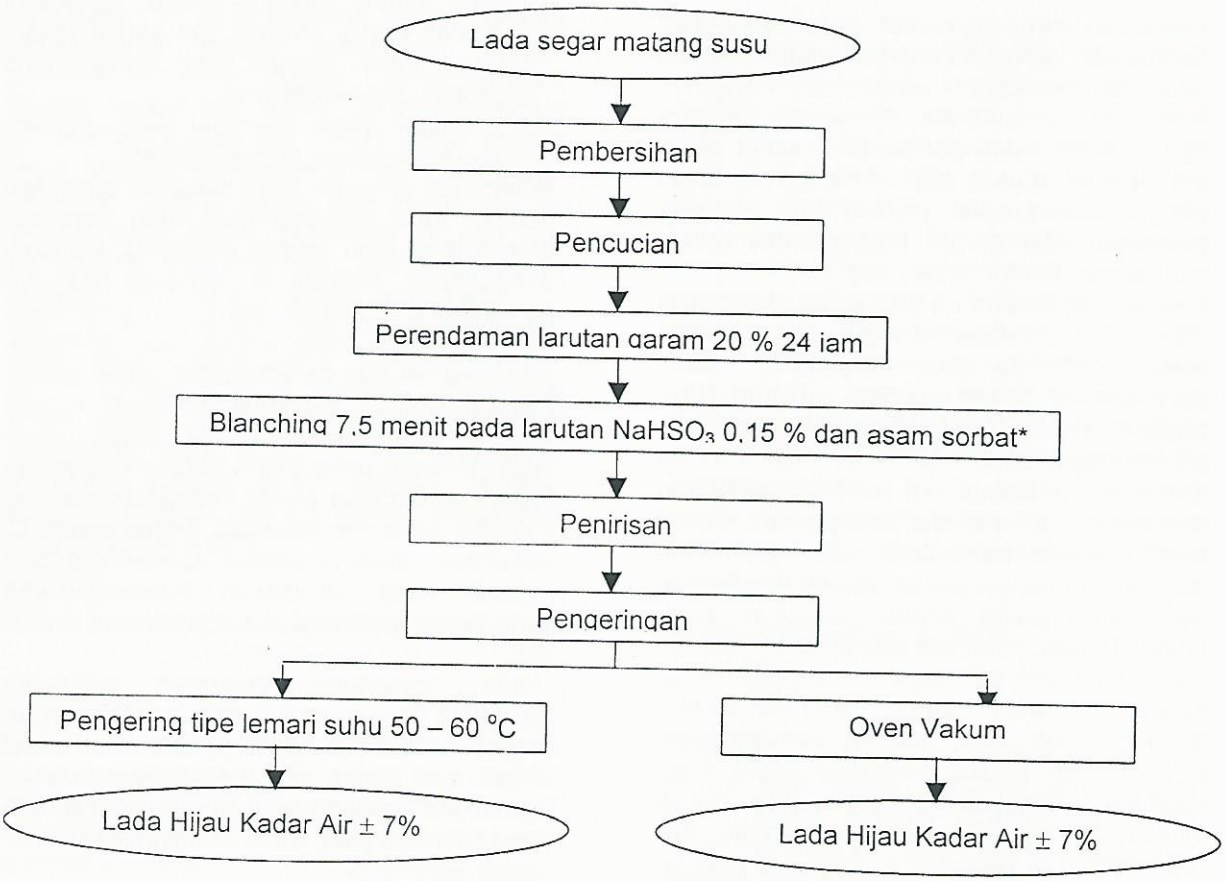
Bahan baku yang digunakan adalah lada hijau segar berumur 6 bulan dengan varietas Muntok Belantung. Analisis proksimat menunjukkan bahwa lada hijau segar tersebut mempunyai komposisi kimia seperti Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Bahan Baku *

Parameter	Komposisi (%)
Air (w/w)	71.94
Protein	15.86
Serat Kasar	20.35
Pati	32.75
Lemak	5.52
Abu	5.67
Piperin	8.29
Minyak Atsiri	2.92

* Semua komponen dihitung atas dasar bahan kering kecuali air.

Ditinjau dari kadar pati dan protein yang biasanya digunakan sebagai substrat proses pencoklatan dapat dikatakan masih kecil. Hal ini disebabkan umur lada yang relatif masih muda, sehingga komponen tersebut mungkin belum tersintesis sepenuhnya sehingga tingkat kema-



Gambar 1. Diagram Alir penelitian

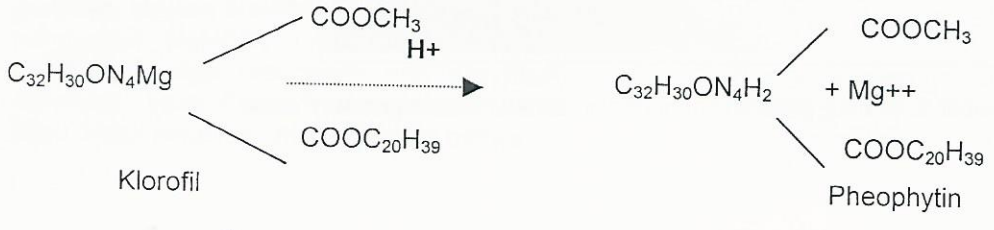
* Larutan blancing terdiri dari : Larutan $NaHSO_3$ 0,15 % dan 0 ppm sorbat (A_2)
Larutan $NaHSO_3$ 0,15 % dan 500 ppm sorbat (A_1)

tangan bahan baku sudah cukup tepat. Lada dengan tingkat kematangan demikian memberikan keuntungan antara lain belum terbentuknya lapisan kulit dalam yang keras (*endocarp*), kadar piperin dan minyak atsiri yang tinggi, kadar klorofil yang tinggi. Bahan baku ini tepat untuk lada hijau kering karena menurut Pruthi (1980) buah lada yang matang susu mempunyai minyak menguap dan tidak menguap lebih besar dari pada lada yang telah merah, juga kadar pati yang masih kecil serta belum terbentuknya lapisan *mesocarp* yang sangat keras.

B. Penelitian Pendahuluan

Tujuan penelitian pendahuluan adalah untuk mendapatkan konsentrasi asam sorbat yang paling tinggi serta metoda penambahannya sehingga dapat menghasilkan lada hijau kering yang memiliki derajat hijau paling tinggi. Pemberian asam sorbat sampai mencapai konsentrasi 500 ppm (0,05%), serta metoda penambahan yang sekaligus diikutsertakan pada saat proses *blanching* dengan menggunakan $NaHSO_3$ akan menghasilkan lada dengan derajat hijau paling tinggi dari seluruh kemungkinan konsentrasi asam sorbat yang dicobakan. Hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

Menurut Braverman (1963) klorofil mempunyai pusat molekul Mg yang mudah diserang oleh asam lemah sekalipun. Pemberian asam sorbat sampai 500 ppm tidak akan mengganggu gugus Mg pada klorofil. Lepasnya gugus Mg akan mengakibatkan terbentuknya pheophytin, suatu substansi berwarna coklat. Pembentukan tersebut terjadi melalui proses hidrolisis sebagai berikut:



C. Penelitian Utama

Perlakuan yang digunakan dalam penelitian pembuatan *dehydrated green pepper* adalah perendaman dengan garam, *blanching* 7,5 menit dengan sulfit dan sorbat dan pengeringan. Alasan dari perlakuan tersebut sebagai berikut: garam akan berperan sebagai penghambat selektif pada mikroorganisme pencemar dan garam juga mempengaruhi aktifitas air (Buckle. et.al., 1987).

Menurut Braverman (1963), larutan garam (NaCl) 0,1 N dapat menginaktifkan enzim sampai 78% dan biasa digunakan dalam perendaman bahan pangan sebelum dikeringkan. Menurut Sarlam (1986), komponen garam rakyat adalah NaCl, air, SO_4, Ca, Mg dan $CaSO_4$. Dalam hal ini Mg diharapkan membantu mempertahankan pigmen klorofil selama proses pembuatan lada hijau kering dan selama penyimpanan. Dalam pembuatan *dehydrated green pepper* dilakukan *blanching*. Tujuan *blanching* adalah untuk menginaktifkan enzim sehingga enzim yang mengkatalisis perubahan warna, flavor dan tekstur menjadi tidak aktif selama penyimpanan. Keberhasilan proses *blanching* dapat dideteksi dengan uji kualitatif peroksidase. Hal ini didasarkan bahwa enzim peroksidase merupakan enzim yang cukup stabil dan mampu bertahan pada suhu tinggi (Meyer, 1982). Dalam penelitian ini digunakan $NaHSO_3$ yang mampu mencegah browning baik yang disebabkan oleh enzim maupun bukan enzim. Ada 3 hipotesa yang menggambarkan reaksi pencoklatan bukan karena aktifitas enzim:

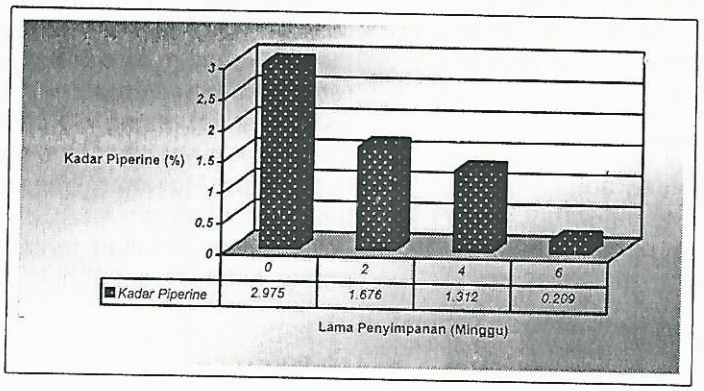
a. Karbohidrat atau asam karbohidrat yang terdekomposisi menjadi furfuraldehida atau senyawa lainnya yang selanjutnya berpolimerisasi atau bereaksi dengan senyawa nitrogen membentuk pigmen coklat.
b. Reaksi *browning* terjadi antara karbohidrat dan asam amino yang hasilnya berupa pigmen berwarna coklat. Reaksi ini adalah reaksi *Mailard* dan sering terjadi pada bahan pangan yang mengandung protein dan karbohidrat.
c. Oksidasi asam askorbat yang menimbulkan senyawa pigmen coklat.

Pemberian senyawa sulfit biasanya dilakukan dengan cara penyemprotan atau perendaman selama atau setelah *blanching*, sebelum pengeringan. Aplikasi ini bertujuan agar bahan yang dikeringkan meningkat umur simpannya, serta stabil warna dan flavornya. Asam sorbat dan garam sorbat dapat menghambat khamir dan kapang namun kurang aktif terhadap bakteri (Furia, 1972). Akan tetapi Robach pada tahun 1980 menemukan bahwa sorbat juga efektif sebagai bahan anti mikroba untuk menghambat pertumbuhan *C. botulinum, Staphylococcus aureus* dan *Salmonella* yang merupakan mikroorganisme yang paling potensial untuk meracuni makanan.

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan *blanching* dengan sorbat dan $NaHSO_3$ terhadap mutu lada hijau pada penelitian ini dapat dilihat dari kadar piperine, rasio rehidrasi, nilai angka lempeng total, derajat warna hijau dan kadar abu yang tak larut dalam asam.

1. Kadar Piperin

Piperin adalah senyawa utama yang memberikan rasa pedas khas lada, piperine merupakan alkaloid berbentuk *transtrans 1-piperoyl piperidine*. Dari hasil penelitian ternyata kadar piperin bervariasi 0,771 – 4,038%. Dari analisis sidik ragam ternyata perlakuan sorbat dengan cara pengeringan tidak berpengaruh terhadap kadar piperin sedangkan lama penyimpanan memberi pengaruh. Selama penyimpanan kadar piperin menurun dari sekitar 3% menjadi 0,9% (Gambar 2).



Gambar 2. Grafik Pengaruh Lama Penyimpanan terhadap Kadar Piperin

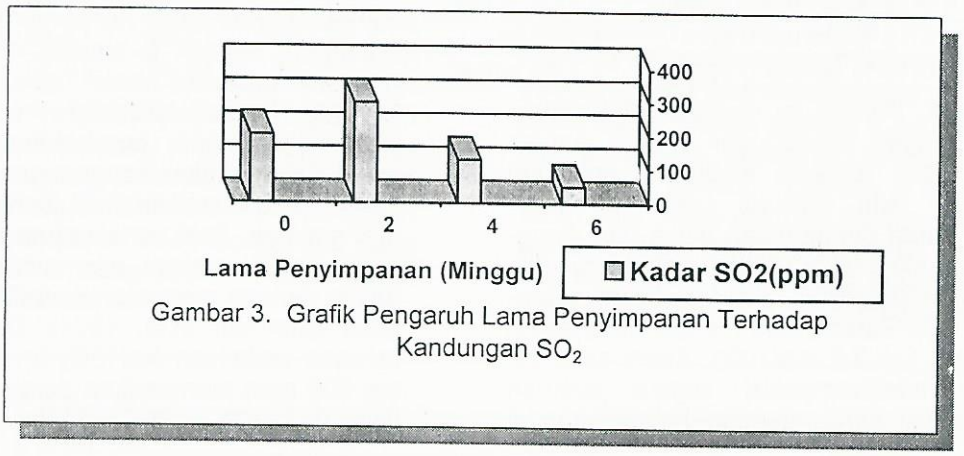
Penurunan ini dimungkinkan karena selama penyimpanan piperin terhidrolisis menjadi piperidin dan asam piperat. Reaksi hidrolisis mudah terjadi bila terjadi perubahan kadar air. Menurut Endah dkk (1994), kadar air lada hijau selama penyimpanan mengalami peningkatan karena bahan lada kering bila disimpan akan terjadi penarikan air dari luar dan terjadi keseimbangan antara kadar air dengan kelembaban ruangan permukaan.
Hasil uji BNJ menunjukkan bahwa penurunan kadar piperin yang paling besar terjadi sesudah penyimpanan 6 minggu. Perlakuan tanpa sorbat (A_2) pada 6 minggu mengalami penurunan kadar piperin ± 70% sedangkan perlakuan dengan sorbat sesudah penyimpanan 6 minggu (A_1) mengalami penurunan kadar piperine ± 60%.

kandungan SO_2 dari produk lada yang dihasilkan berkisar antara 8.83–1097.35 ppm. Ditinjau dari kadar SO_2, produk yang dihasilkan memenuhi standar, karena SO_2 dalam mutu lada hijau kering maksimum adalah 1500 ppm. Dari analisis sidik ragam, ternyata perlakuan penambahan asam sorbat (A) dan lama penyimpanan (C) memberi pengaruh yang nyata. Penambahan asam sorbat berpengaruh pada gugus SO_2 yang dapat dianalisis. SO_2 yang dapat dideteksi jauh lebih banyak pada lada yang tidak diberi asam sorbat. Hal ini mungkin terjadi sesuai dengan pendapat Wedzicha (1984) bahwa sulfit dapat bereaksi dengan karboksilat dengan menyerang gugus α pada asam karboksilat. Asam sorbat adalah asam monokarboksilat, sehingga akan terjadi reaksi dengan mekanisme seperti berikut:

$$CH_3\text{-}CH{=}CH\text{-}CH{=}CH\text{-}COOH + HSO_3^- \longrightarrow CH_3\text{-}\underset{\displaystyle SO_3^-}{\underset{|}{CH}}\text{-}CH_2\text{-}CH{=}CH\text{-}COOH$$

Penurunan yang besar terjadi pada lada dengan perlakuan tanpa sorbat (A_2). Hal ini mungkin karena perlakuan tanpa sorbat (A_2) tidak mengandung zat yang dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme, dima-

Gugus SO_2 yang terbentuk tidak dapat balik, artinya tidak dapat dianalisis atau dipecah oleh metoda analisis apapun (Wedzicha, 1984). Selama penyimpanan 6 minggu kandungan SO_2 menurun (Gb 3).



Gambar 3. Grafik Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Kandungan SO_2

na mikroorganisme tersebut dapat menghasilkan enzim yang dapat menguraikan piperin tersebut.

2. Kadar SO_2

Analisis kadar SO_2 penting karena berkaitan dengan perlakuan *blanching* yang menggunakan larutan $NaHSO_3$. Maksud dari penambahan $NaHSO_3$ untuk menginaktifkan enzim dan juga mencegah *non enzymatic browning*, yang dapat mendegradasi warna hijau. Hasil penelitian menunjukkan bahwa

Dari uji BNJ dapat diketahui bahwa penurunan kadar SO_2 tersebut tidak konstan, diduga selama penyimpanan SO_2 bereaksi dengan gugus karbonil, asam askorbat, hidroperoksida serta dengan hasil metabolit mikroorganisme dengan reaksi sebagai berikut:

$$\underset{\text{Karbonil}}{C{=}O} + HSO_3^- \text{ --------- } \underset{\displaystyle SO_3^-}{\overset{\displaystyle OH}{C}}$$

Reaksi tersebut akan memperkecil kemungkinan reaksi Mailard sehingga terjadinya pencoklatan dapat dihambat. Produk yang di-*blanching* dengan sulfit masih agak kecoklatan. Hal ini mungkin tidak semua enzim terinaktifkan, sehingga *enzymatic browning* masih terjadi walaupun sedikit. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hulme (1971), bahwa SO_2 tidak sepenuhnya mampu menghentikan reaksi browning tetapi setidaknya mampu menahan warna dan tekstur selama 1 tahun pada suhu penyimpanan 21°C. Kandungan 1% SO_2 mampu mengurangi sebesar 90%, aktifasi enzim dan 10% menginaktifkan enzim secara sempurna.

3. Derajat Warna Hijau

Dari hasil analisis sidik ragam, ternyata hanya faktor pengeringan yang berpengaruh sangat nyata terhadap derajat warna hijau. Tabulasi derajat warna hijau lada kering selama penyimpanan disajikan pada Tabel 2. Cara pengeringan vakum menghasilkan lada hijau kering dengan derajat warna hijau yang lebih tinggi. Kondisi ini mungkin disebabkan karena dengan pengeringan vakum, jumlah oksigen yang tersedia diperkecil, sehingga perubahan lada menjadi coklat agak dihambat. Pada pengeringan biasa (tipe lemari), derajat hijau lebih rendah, hal ini mungkin disebabkan terjadinya oksidasi asam askorbat dan lipid, karena lada mengandung asam askorbat 3,1 – 3,6 mg/100g. Asam askorbat mungkin terdekomposisi secara spontan pada kondisi aerob dengan reaksi sebagai berikut:

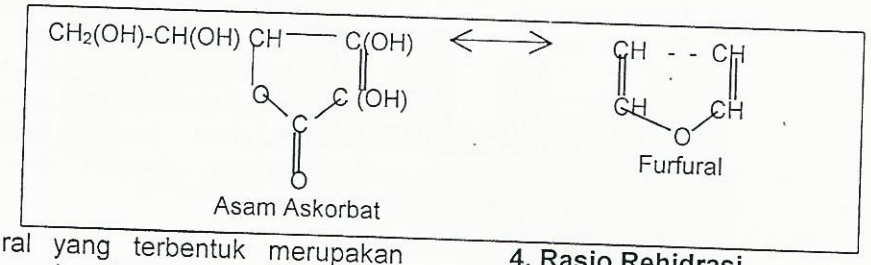
pengeringan hanya dapat dideteksi secara sensitif dan objektif oleh alat Photovolt. Perbedaan tersebut sangat kecil yaitu sekitar 3% yang masih terlalu sulit untuk dapat dibedakan secara visual.

Derajat hijau ini berkurang karena adanya *non-enzymatic browning* pada bahan yang dikeringkan atau adanya asam amino yang bereaksi dengan gula. Hal ini sesuai dengan pernyataan Van Arsdel et.al. (1983) bahwa laju reaksi browning akan meningkat bila suatu bahan dikeringkan pada suatu tempat tertutup dengan kelembaban yang tetap. Pergerakan air pada saat pengeringan terjadi dengan dua cara yaitu difusi dan aksi kapilaritas. Pada saat pengeringan dinding sel dan beberapa kapiler akan berkontraksi sehingga pergerakan air akan sedikit terhambat. Kondisi ini mengakibatkan meningkatnya konsentrasi bahan-bahan terlarut didalamnya. Komponen demikian akan mereduksi asam amino dan gula yang merupakan awal terjadinya reaksi *browning*.

Secara visual lada hasil pengeringan ternyata agak keriput terutama produk dengan pengeringan biasa, perubahan ini wajar terjadi di dalam proses pengeringan yang merupakan reaksi lapisan kulit bahan terhadap hilangnya air. Saat pengeringan dilakukan jaringan akan melipat dan rusak di bagian dalam dengan membentuk struktur yang terbuka (Brennan et.al. 1974). Dari Tabel 2 ternyata perlakuan $NaHSO_3$ 0,15% dan sorbat 500 ppm memberikan derajat hijau lebih tinggi dari pada perlakuan tanpa sorbat.

Tabel 2. Derajat Warna Hijau Lada Kering Selama Penyimpanan

Perlakuan Blanching	Pengering	Lama Penyimpanan (Minggu)			
		0	2	4	6
$NaHSO_3$ 0,15 % Sorbat 500 ppm	Vacum	13,55	13,05	12,60	12,45
$NaHSO_3$ 0,15 % Sorbat 500 ppm	Tipe lemari	11,70	11,50	11,70	11,50
$NaHSO_3$ 0,15 % Sorbat 0 ppm	Vacum	12,50	12,40	12,40	12,20
$NaHSO_3$ 0,15 % Sorbat 0 ppm	Tipe lemari	11,20	10,40	10,30	9,40



Cincin furfural yang terbentuk merupakan senyawa yang akan berpolimerisasi menjadi coklat dengan adanya oksigen. Perbedaan warna yang dihasilkan oleh kedua cara

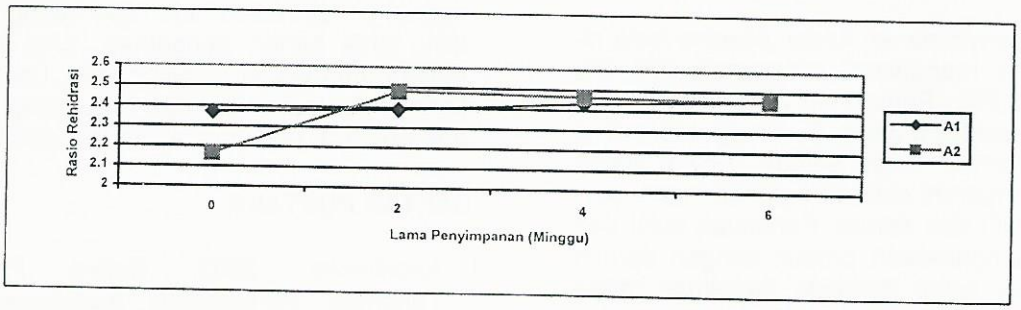
4. Rasio Rehidrasi

Parameter ini menunjukkan kemampuan lada menyerap air sehingga bentuk keriputnya mendekati bentuk semula. Pengeringan de-

ngan menggunakan alat pengering tipe lemari menghasilkan produk yang memiliki rasio rehidrasi yang lebih baik daripada pengeringan dengan oven vakum. Hal ini berkaitan dengan kecepatan pengeringan, karena pada pengeringan yang lambat permukaan akan mengerut secara proporsional sebagai akibat atas hilangnya air. Kondisi ini akan berlangsung terus sampai bahan menjadi keriput. Pada pengeringan yang cepat lapisan terluar akan mengering dengan cepat dan sempat membentuk suatu lapisan kulit luar yang keras yang akan memberikan daya tahan terhadap pengerutan. Bagian lunak yang berada dibawahnya cenderung tertarik kearah permukaan membentuk suatu pusat yang kosong dengan struktur yang lebih terbuka. Hal ini sesuai dengan pernyataan Gustavo V. Barbosa Canovas dan Humberto Vega Mercapo (1996) bahwa proses pengeringan tidak hanya mempengaruhi kandungan air tetapi juga memberi pengaruh terhadap karakteristik fisik dan kimia produk.

Pengeringan dengan alat pengering tipe lemari berlangsung lebih cepat daripada pengeringan vakum karena dibantu dengan udara panas yang berputar sekitar bahan yang dikeringkan, sehingga panas yang berpindah ke lada dicapai dengan cara konduksi dan konveksi.

Interaksi penambahan asam sorbat dan lama penyimpanan selama 6 minggu mempunyai pengaruh yang nyata terhadap rasio rehidrasi. Hal ini dapat terjadi mengingat asam sorbat merupakan suatu kristal yang mempunyai kelarutan yang kecil dalam air ± 0,1 gram /100 ml (Furia, 1972). Grafik pengaruh interaksi penambahan asam sorbat dan lama penyimpanan terhadap rasio rehidrasi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik pengaruh interaksi penambahan asam sorbat dan lama penyimpanan terhadap rasio rehidrasi

Ternyata rasio rehidrasi meningkat pada waktu penyimpanan 0 – 2 minggu. Hal ini terjadi karena asam sorbat menyebabkan penetrasi air sehingga merekonstitusi lada menjadi berkurang. Namun semakin banyak asam sorbat yang digunakan makin banyak asam sorbat yang bereaksi dengan HSO_3^- sehingga semakin kecil kemampuan asam sorbat untuk menahan penetrasi air oleh karena itu air dapat lebih banyak diserap, yang berarti rasio rehidrasi meningkat.

5. Angka Lempeng Total (ALT)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan asam sorbat dan lama penyimpanan selama 6 minggu mempunyai pengaruh signifikan terhadap nilai ALT. Asam sorbat dikombinasikan dengan $NaHSO_3$ mempunyai kerja yang sinergis (Wedzicha, 1984). Kombinasi sorbat dengan $NaHSO_3$ menghasilkan lada yang mempunyai angka lempeng total 30 sampai dengan 200 koloni/gram sedangkan perlakuan $NaHSO_3$ tanpa sorbat menghasilkan lada yang mempunyai angka lempeng total 100 sampai dengan 800 koloni/gram. Dengan demikian terlihat jelas bahwa sorbat dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme dan sesuaidengan Robach (1980) yang menerangkan bahwa sorbat memiliki kemampuan untuk mengendalikan khamir dan kapang, serta efektif untuk menghambat pertumbuhan *C. botulinum, Staphylococcus aureus dan Salmonella* yang merupakan mikroba paling potensial untuk meracuni makanan. Mendonca et al. (1989) lebih spesifik menegaskan bahwa sorbat meningkatkan *fase lag* serta menurunkan laju pertumbuhan bakteri selama *fase eksponensial.*

Lama penyimpanan selama 6 minggu berpengaruh secara signifikan terhadap jumlah koloni yang tumbuh. Gambar 5 mengilustrasikan daur hidup mikroba dimana pada akhir penyimpanan terjadi penurunan pertumbuhan kapang. Hal ini diduga disebabkan meningkatnya hasil metabolit mikroorganisme yang merupakan racun bagi mikroba tersebut.

6. Abu Tak Larut Dalam Asam

Abu yang tidak larut dalam asam menunjukkan adanya kontaminasi tanah atau lum-

3. Brennan, J.G., J.R. Butters, N.D. Cowell, A.E.V. Lylli. 1974. Food Engineering Operations. Applied Science Publishers Ltd. London.Braverman. 1963. Introduction to The Biochemistry of Food. Elsevier P lishing Company, New York.
4. Buckle,K.A.,R.A. Edwards,G.H. Flect dan M. Woolton. 1987 Ilmu Pangan (terjemahan). UI Press, jakarta.
5. Endah, D., Eddy S.H. , Puguh, B.W. 1994. Mempelajari Cara Pengolahan Lada Hijau Kering. Warta AKAB, Bogor.
6. Furia, T.E. (ed). 1972. handbook of Food Additives, 2nd edition. CRC Press, Florida
7. Guenther. 1952. The Essential Oils Vol V. D. Van Nostrand, New York.
8. Gustavo V. Barbosa Canovas and Humberto Vega - Mercapo 1996. Dehydration of Foods. International Thomson Publishing, Washington.
9. Hulme, A.G. 1971 (ed). The Biochemistry of fruits and Their Products. Academic Press, New York.
10. Mangalakumari, C.K., V.P. Sredhharan dan A.G. Mathew. 1983. Studies on Blackening of Pepper (*Piper nigrum*, Linn) During Dehydration. . J. Food Sci. 48 : 604-606.
11. Mendonca, A.F., R. A. Molins, A. A. Kraft dan H. W. Walker. 1989. Effect of Potassium Sorbate, Sodium Acetate, Phosphate and Sodium Chloride alone or in Combination on Shelf Life of Vacuum Package Food. J. Food Sci. 54 (2) : 302 – 306.
12. Meyer, L.H. (ed). 1982. Food Chemistry. The AVI Publishing Company, Inc., Wesport Connecticut.
13. Pruthi, J.S. 1980. Spices and Condimentst : Chemistry Microbiology Technology. Academic Press, New York.
14. Purseglove, J. W.., E.G. Brown, C.L. Green dan S.R. J. Rubbins. 1981. Spices Vol I. Longman, New York.
15. Risfaheri dan Tatang Hidayat. 1998. Diversifikasi Hasil Teknologi Pengolahan Hasil tanaman Perkebunan. Badan Litbang Kehutanan dan Perkebunan.
16. Robach, M.C. 1980. Use of Preservatives to Control Microorganism in Food. Food Tech. 34 (10) : 81 – 83.
17. Sarlam L, 1986 Sifat Fisika Kimia dan Daya Tahan Garam Rakyat. Skripsi Fateta IPB, Bogor.
18. Tatang Hidayat dan Risfaheri. 1994. Pengaruh Kondisi Blnching 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.
19. Van Arsdel, W.B. dan Michael, J.C. 1983. Food dehydration Vol. 1. The Avi Publishing Company, Inc. Westport Connecticut.
20. Wedzicha, B. L. 1984. Chemistry of Shulphur Dioxide in Foods. Elsevier Applied Science Publishers, London
21. Wirajaya, P.B. 1990. Kajian Proses Pembuatan dan Penyimpanan Lada Hijau yang dikeringkan (Dehydrated Green Pepper) Disertai Nilai Karakteristik Mutunya (Skripsi). Fateta-IPB, Bogor.