

PENGARUH KONSENTRASI DAN WAKTU PERENDAMAN DALAM ASAM SITRAT TERHADAP MUTU LADA HIJAU KERING

Tatang Hidayat¹, Risfaheri², dan Sari Intan Kailaku¹

¹ Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian
Jl. Tentara Pelajar No. 12 A, Cimanggu, Bogor 11664

² Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Bangka Belitung
e-mail : hidayat_pasca@yahoo.com

Lada hijau kering merupakan produk lada yang diolah dari buah lada yang masih muda dengan warna hijaunya dipertahankan sampai produk akhir. Pada pengolahan lada hijau kering terjadi reaksi pencoklatan enzimatis yang menyebabkan perubahan warna hijau menjadi kehitaman. Pengolahan lada hijau kering pada penelitian ini menggunakan asam sitrat sebagai zat penghambat reaksi pencoklatan yang aman untuk kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi dan waktu perendaman dalam asam sitrat terhadap mutu dan sifat organoleptik lada hijau kering. Perlakuan yang dicobakan yaitu konsentrasi asam sitrat (0,5; 2,0; dan 3,5%) dan waktu perendaman (15, 30, dan 45 menit). Percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap faktorial dengan tiga kali ulangan. Parameter mutu yang diuji yaitu warna, kadar lada kehitaman, pH, kadar minyak atsiri, densitas kamba dan sifat organoleptik. Lada hijau kering yang dihasilkan dari perlakuan terbaik, mutunya dianalisis lebih lanjut meliputi kadar piperin, total mikroba dan komponen aroma. Hasil penelitian menunjukkan bahwa asam sitrat efektif menghambat reaksi pencoklatan yang dibuktikan oleh warna lada yang tetap hijau. Kondisi pengolahan lada hijau kering terbaik diperoleh pada konsentrasi asam sitrat 2,0% dengan waktu perendaman 30 menit. Hasil penilaian organoleptik, produk lada hijau kering dapat diterima panelis dengan tingkat penerimaan pada rentang netral sampai suka. Hasil analisis komponen aroma dengan GC-MS menunjukkan bahwa komponen aroma lada hijau kering didominasi oleh senyawa monoterpen dan sesquiterpen. Mutu lada hijau kering yang dihasilkan lebih baik dari produk serupa yang tersedia di pasar, terutama pada parameter intensitas warna kehijauan, kadar piperin, dan total mikroba.

Kata kunci : lada hijau kering, asam sitrat, reaksi pencoklatan

ABSTRACT. **Tatang Hidayat, Risfaheri, and Sari Intan Kailaku. 2012. Effect of concentration and soaking time in citric acid on quality of dehydrated green pepper.** Dehydrated green pepper is a product processed from the young pepper berries and green colour is maintained until the final product. In the processing of dehydrated green pepper occurs the enzymatic browning that can cause discoloration of green to blackish. In this research, processing of dehydrated green pepper using citric acid as browning reaction inhibitor that safe for health. This research aimed to study effect of concentration and soaking time in citric acid on quality and organoleptic properties of dehydrated green pepper. The treatments tested that is concentration of citric acid (0.5; 2.0, and 3.5%) and soaking time (15, 30, and 45 minutes). The experiment design was Factorially Completely Randomized with 3 replications. Quality parameters were tested namely color, blackish pepper content, pH, volatile oil content, bulk density, and organoleptic properties. Dehydrated green pepper produced from the best treatment, its quality was further analyzed include piperine content, total microbial and aroma components. The results showed that citric acid is quite effectively inhibit browning reactions as evidenced by the pepper color remains green. The best process conditions in the processing of dehydrated green pepper is obtained at 2.0% citric acid concentration with 30 minutes soaking time. Based on organoleptic evaluation, dehydrated green pepper products acceptable to the panelist with the level of acceptance was neutral up to like range. Dehydrated green pepper aroma component were dominated by monoterpen and sesquiterpen compounds. Quality of dehydrated green pepper produced better than similar products available at the market, especially in green color intensity, piperine content, and total microbial parameters.

Key word : dehydrated green pepper, citric acid, browning reaction

PENDAHULUAN

Lada (*Piper nigrum* L) merupakan salah satu komoditas rempah yang penting, baik ditinjau dari kegunaannya yang khas dan belum tergantikan oleh komoditas rempah lainnya maupun ditinjau dari peranannya sebagai penghasil devisa negara. Produk lada yang banyak diperdagangkan di pasar dunia yaitu lada hitam dan putih. Selain kedua produk lada tersebut, dikenal pula produk lada yang lain seperti lada hijau, lada pink, oleoresin lada dan minyak lada¹. Di antara produk lada tersebut, lada hijau merupakan produk yang potensial dikembangkan. Lada hijau dapat digunakan baik sebagai hiasan di dalam makanan maupun sebagai rempah.

Berdasarkan proses pembuatannya, dikenal beberapa bentuk lada hijau yaitu lada hijau dalam larutan garam yang dikalengkan atau dibotolkan (*canned green pepper*), lada hijau kering (*dehydrated green pepper*) dan lada hijau kering beku. Pangsa pasar lada hijau baru mencapai 1,16% dari total produksi lada dunia, namun demikian lada hijau memiliki harga yang jauh lebih tinggi (US\$ 7,34/kg) dibandingkan lada hitam (US\$ 3,51/kg) dan putih (US\$ 6,49/kg)². Pasar terbesar produk lada hijau yaitu Jerman, Perancis, dan negara Eropa lainnya. Australia dan Amerika Serikat mengimpor dalam jumlah yang terbatas. Kebutuhan lada hijau dunia sampai saat ini masih dipenuhi oleh Brazil, India dan Malaysia, sedangkan di Indonesia belum dikembangkan.

Lada hijau kering merupakan produk lada yang diolah dari buah lada yang masih muda dan warna hijaunya dipertahankan sampai pada produk akhir. Lada hijau kering yang bermutu baik ditandai oleh warna hijau alami, bentuk utuh, aroma dan rasa mendekati aslinya, bebas dari kontaminasi kotoran dan mikroorganisme. Kadar minyak dan piperin merupakan komponen kimia yang memberikan kontribusi terhadap rasa dan aroma lada hijau¹. Oleh karena itu, tingginya kadar minyak dan piperin merefleksikan tingginya mutu lada hijau kering.

Upaya mempertahankan warna hijau selama proses pengolahan merupakan tahapan kritis dalam pengolahan lada hijau kering. Selama proses pengolahan akan terjadi perubahan warna akibat reaksi pencoklatan yang menyebabkan penurunan mutu. Pencoklatan yang terjadi selama pengolahan lada hijau kering merupakan proses enzimatis yang dikatalisasi oleh enzim o-difenol oksidase yang terdapat pada buah lada³. Aktivitas spesifik enzim tersebut pada bagian kulit lima kali lebih tinggi dibandingkan pada biji. Komponen utama senyawa fenolik pada buah lada yang responsif terhadap reaksi pencoklatan diidentifikasi sebagai 3,4-dihydroxy-6-(N-ethylamino) benzamide⁴.

Penghambatan pencoklatan enzimatis dapat dilakukan dengan perlakuan fisik (pemanasan, pendinginan, pembekuan, aplikasi tekanan tinggi, dan iradiasi) dan penambahan zat penghambat (pereduksi, pengkelat, asidulan, penghambat enzim, dan agen pengkompleks)⁵. Kombinasi dari kedua cara tersebut dapat dilakukan untuk mendapatkan penghambatan yang lebih efektif. Penggunaan zat penghambat sebaiknya tidak mempengaruhi tekstur, rasa, dan aroma produk akhir.

Pencegahan reaksi pencoklatan enzimatis yang banyak digunakan pada pengolahan lada hijau kering yaitu kombinasi perendaman dalam air panas (*blanching*) dan penambahan sulfit. Kombinasi *blanching* selama 15-20 menit dan perendaman buah lada dalam 1% larutan metabisulfit efektif mencegah reaksi pencoklatan^{6,7}. Walaupun proses tersebut cukup efektif, namun penggunaan sulfit dalam produk makanan dan minuman akhir-akhir ini dibatasi karena menunjukkan reaksi alergi⁸ dan memiliki indikasi kurang baik terhadap kesehatan yang menyebabkan asmatik⁹. Selain itu, penggunaan sulfit yang berlebihan dapat menyebabkan *off-flavor* pada produk pangan.

Asam-asam organik seperti asam sitrat, malat dan tartrat dapat digunakan sebagai penghambat reaksi pencoklatan pengganti sulfit. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa asam organik cukup efektif menghambat reaksi pencoklatan pada lengkung⁵ dan irisan apel¹⁰ dan ekstrak teh hijau¹¹. Nurdjannah dan Hoerudin¹² melakukan pengolahan lada hijau kering

menggunakan asam sitrat, malat, dan tartrat. Warna lada hijau kering yang dihasilkan dari ketiga jenis asam tersebut cukup baik. Walaupun efektivitas penggunaan asam organik dalam penghambatan reaksi pencoklatan untuk pengolahan lada hijau kering telah diketahui, namun pada penelitian terdahulu konsentrasi yang digunakan terlalu tinggi. Hal tersebut menyebabkan lada hijau kering yang dihasilkan kurang disukai oleh panelis karena rasanya terlalu asam. Pada penelitian ini dilakukan perbaikan cara pengolahan lada hijau kering dengan menggunakan asam sitrat sebagai penghambat reaksi pencoklatan yang aman untuk kesehatan. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi dan waktu perendaman dalam asam sitrat terhadap mutu dan sifat organoleptik lada hijau kering.

BAHAN DAN METODE

A. Bahan dan Alat

Penelitian dilakukan di Laboratorium Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Bogor. Bahan yang digunakan antara lain buah lada varietas Chunuk yang berumur 4-5 bulan dan asam sitrat sebagai zat penghambat pencoklatan. Buah lada tersebut diperoleh dari Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanaman Industri, Sukamulya, Sukabumi. Peralatan yang digunakan diantaranya alat *blanching*, pengering tipe rak, timbangan, pH meter, *chromameter*, distilator, aufhauser, Kromatografi Gas-Spektometri Massa (GC/MS).

B. Metode

Tahapan pelaksanaan penelitian meliputi karakterisasi buah lada segar, pengolahan lada hijau kering, dan karakterisasi mutunya (fisika, kimia, dan organoleptik). Pengolahan lada hijau kering dimulai dengan proses perontokkan dengan cara dipipil untuk memisahkan buah lada dari tangkainya. Selanjutnya proses sortasi untuk memisahkan buah lada dari kotoran lain seperti menir, daun, dan tangkai. Buah lada hasil sortasi ditimbang sebanyak 2 kg, selanjutnya di-*blanching* dalam air panas yang bersuhu 95-100°C selama 15 menit dengan perbandingan buah lada dan air (b/v) 1 : 5. Buah lada yang telah di-*blanching* kemudian direndam dalam larutan asam sitrat pada konsentrasi dan waktu tertentu. Setelah proses perendaman, buah lada dikeringkan dengan alat pengering tipe rak pada suhu 50-60°C sampai kadar air \pm 10%.

Perlakuan yang diuji pada pengolahan lada hijau kering meliputi : konsentrasi asam sitrat (A) : 0,5; 2,0; dan 3,5%, dan waktu perendaman (B) : 15, 30, dan 45 menit. Percobaan dilakukan dengan menggunakan

Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan tiga kali ulangan. Parameter mutu lada hijau kering yang dianalisis meliputi : warna dengan *chromameter*, kadar lada kehitaman, pH dengan pH meter, kadar minyak atsiri dengan metode destilasi, dan densitas kamba¹³. Uji organoleptik dilakukan melalui uji hedonik terhadap atribut warna, aroma, rasa, dan penerimaan secara umum untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap produk lada hijau kering. Uji organoleptik dilakukan oleh panelis semi terlatih sebanyak 30 orang, dengan menggunakan skala penilaian : tidak suka (1), cukup suka (2), netral (3), suka (4), dan sangat suka (5).

Lada hijau kering dari perlakuan terbaik dianalisis mutunya lebih lanjut meliputi kadar piperin¹⁴, total mikroba (TPC), dan komponen aroma dengan GC-MS15. Analisis GC/MS (Shimadzu QP-5000) menggunakan kolom moderat non polar Shimadzu CBP-5 (25m/0,25mm), gas pembawa helium. Suhu kolom diprogram dengan suhu awal 50°C dan suhu akhir 250°C. Kromatogram yang dihasilkan setiap puncaknya diidentifikasi massanya dan fragmen-fragmen massa yang dihasilkan dibandingkan dengan fragmen massa yang sudah diketahui menggunakan database *National Institute of Standards and Technology* (NIST).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Mutu Lada Hijau Kering

Karakteristik mutu lada hijau kering yang diamati meliputi warna, kadar lada kehitaman, pH, kadar minyak atsiri, dan densitas kamba.

1. Warna

Warna merupakan parameter mutu yang penting karena menentukan kesan awal penerimaan produk oleh konsumen. Dari sisi warna, produk lada hijau kering yang bermutu baik yaitu lada yang memiliki warna mendekati kondisi alaminya. Pengukuran warna pada notasi Hunter dinyatakan dengan nilai L*, a*, dan b*. Nilai L* menyatakan tingkat kecerahan, nilai a* menyatakan warna kromatik merah-hijau, dan nilai b* menyatakan warna kromatik biru-kuning. Pada penelitian ini, lada hijau kering yang dihasilkan memiliki nilai L* berkisar 35,33-41,96, nilai a* (-1,73) - (-3,10) dan nilai b* 29,15-35,11. Hasil analisis statistik terhadap nilai warna tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi asam sitrat berpengaruh nyata terhadap keseluruhan nilai warna (L*, a*, dan b*), sedangkan waktu perendaman dalam asam sitrat hanya berpengaruh nyata terhadap nilai a*. Tidak terdapat pengaruh interaksi antara kedua perlakuan tersebut terhadap warna lada hijau yang dihasilkan.

Tingkat kecerahan lada hijau kering yang dihasilkan pada konsentrasi asam sitrat 2,0 dan 3,5% nyata

lebih tinggi dari konsentrasi 0,5% yang ditunjukkan oleh nilai L* yang lebih tinggi, sedangkan tingkat kecerahan pada konsentrasi 2,0 dan 3,5% perbedaannya tidak nyata. Hasil yang sama diperoleh pada nilai a*, dimana lada hijau kering yang dihasilkan dari konsentrasi asam sitrat 2,0 dan 3,5% memiliki intensitas warna kehijauan yang lebih baik dari konsentrasi asam sitrat 0,5% yang ditunjukkan oleh nilai a* yang semakin negatif. Demikian pula untuk nilai b* yang semakin tinggi dengan semakin meningkatnya konsentrasi asam sitrat (Tabel 1). Selain itu, lama waktu perendaman dalam asam sitrat dapat memperbaiki intensitas warna kehijauan produk lada hijau kering. Semakin lama waktu perendaman maka intensitas warna kehijauan semakin meningkat. Intensitas warna kehijauan yang tinggi dicapai dengan waktu perendaman selama 30 dan 45 menit nyata lebih tinggi dari waktu perendaman 15 menit (Tabel 1).

Berdasarkan nilai warna yang diperoleh maka penggunaan asam sitrat pada konsentrasi 2,0-3,5% dengan waktu perendaman selama 30-45 menit cukup efektif mempertahankan intensitas warna hijau. Hasil penelitian Wang *et al.*¹¹ menunjukkan hal yang sama bahwa asam sitrat berfungsi secara signifikan sebagai agen anti pencoklatan selama pengolahan dan penyimpanan ekstrak teh hijau.

Tabel 1. Nilai warna lada hijau kering pada berbagai konsentrasi dan waktu perendaman dalam asam sitrat

Table 1. Colour value of dehydrated green pepper on various concentration and soaking time in citric acid

Perlakuan/ <i>Treatments</i>	Warna/Colour		
	Nilai L* / L*	Nilai a*/ a* value	Nilai b*/ b* value
• Konsentrasi asam sitrat (%) / <i>Citric acid concentration (%)</i>			
0,5	37,64 a	-2,21 a	30,79 a
2,0	40,73 b	-2,62 b	33,14 b
3,5	41,51 b	-2,83 b	34,26 b
• Waktu perendaman (menit) / <i>Soaking time (minutes)</i>			
15	38,60 a	-2,06 a	31,41 a
30	40,69 a	-2,86 b	33,23 a
45	40,59 a	-2,75 b	33,55 a

Keterangan/Remarks : Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5% / *Numbers followed by the same letters in each column were not significantly different at 5% level*

Keefektifan asam sitrat dalam mengurangi perubahan warna ekstrak teh hijau selama pengolahan dan penyimpanan relatif sama dengan *kojic acid* dan lebih baik dari asam askorbat, L-sistein, dan *glutathione*.

Keefektifan asam sitrat dalam pengolahan lada hijau kering berkaitan dengan kemampuan asam sitrat dalam menghambat aktivitas enzim o-difenol oksidase sebagai katalis reaksi pencoklatan pada buah lada sehingga intensitas reaksi pencoklatan enzimatis dapat dikurangi. Menurut Pongsakul *et al.*⁵ dan Son *et al.*¹⁰, penghambatan reaksi pencoklatan oleh asam organik melalui mekanisme pengkelatan logam (*chelating agents*) atau melalui penurunan pH (*acidulants*), yaitu menurunkan pH sistem dibawah pH yang dibutuhkan untuk aktivitas katalitik enzim. Menurut Variyar *et al.*³, aktifitas enzim o-difenol oksidase berada pada pH 3,0-8,5 dengan aktivitas optimum pada pH 7, sedangkan aktifitas enzim pada pH <3 relatif rendah. Hasil pengukuran pH larutan perendam yang digunakan pada pengolahan lada hijau kering menunjukkan nilai pH 2,86-3,02 pada konsentrasi asam sitrat 2,0-3,5%. Nilai pH tersebut berada diluar kisaran pH aktivitas enzim o-difenol oksidase sehingga aktifitas enzim pada pH tersebut rendah dan lada hijau kering yang dihasilkan memiliki intensitas warna kehijauan yang baik.

Pada konsentrasi asam sitrat yang lebih rendah dengan waktu perendaman yang singkat, reaksi pencoklatan enzimatis terjadi lebih intensif yang ditunjukkan oleh nilai a* yang semakin meningkat serta nilai L* dan b* semakin rendah. Menurut Severini *et al.*¹⁶, menurunnya nilai L* dan b* serta meningkatnya nilai a* menandakan reaksi pencoklatan berjalan lebih intensif. Pada kondisi tersebut intensitas warna kehijauan pada lada hijau kering yang dihasilkan semakin berkurang dan warnanya didominasi oleh warna kecoklatan/kehitaman.

2. Kadar Lada Kehitaman

Lada kehitaman merupakan lada hijau kering yang sebagian atau seluruh kulitnya berwarna kehitaman. Lada kehitaman tersebut terbentuk selama proses pengolahan lada hijau kering yang disebabkan oleh adanya reaksi pencoklatan enzimatis yang dikatalisasi oleh enzim o-difenol oksidase³. Menurut Pongsakul *et al.*⁵, dengan adanya oksigen enzim akan mengkatalisis senyawa fenol melalui dua reaksi yaitu hidroksilasi monofenol menjadi o-difenol dan oksidasi o-difenol menjadi kuinon. Selanjutnya kuinon mengalami polimerisasi membentuk senyawa polimer (melanin) yang berwarna kecoklatan/kehitaman.

Kadar lada kehitaman pada lada hijau kering yang dihasilkan berkisar 5,01-14,72% (Tabel 2). Tingginya kadar lada kehitaman menyebabkan penampakan lada hijau kering menjadi kurang baik

karena keseragaman warnanya berkurang. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa konsentrasi dan waktu perendaman dalam asam sitrat serta interaksi kedua perlakuan tersebut berpengaruh nyata terhadap kadar lada kehitaman.

Tabel 2. Kadar lada kehitaman lada hijau kering pada berbagai konsentrasi dan waktu perendaman dalam asam sitrat
Table 2. Blackish pepper content of dehydrated green pepper on various concentration and soaking time in citric acid

Konsentrasi asam sitrat (%) / Citric acid concentration (%)	Waktu perendaman (menit) / Soaking time (minutes)		
	15	30	45
0,5	14,72 a	9,80 b	9,93 b
2,0	8,23 bc	5,53 d	5,20 d
3,5	6,97 cd	5,09 d	5,01 d

Keterangan/Remarks : Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5% / Numbers followed by the same letters in each column were not significantly different at 5% level

Kadar lada kehitaman cukup tinggi terjadi pada konsentrasi asam sitrat yang rendah (0,5%). Hasil tersebut menunjukkan bahwa penghambatan reaksi pencoklatan pada konsentrasi asam sitrat yang rendah tidak dapat berlangsung dengan sempurna. Kadar lada kehitaman dapat dikurangi dengan meningkatkan konsentrasi asam sitrat dari 0,5% menjadi 2,0-3,5%. Selain itu, kadar lada kehitaman dapat dikurangi dengan cara memperpanjang waktu perendaman (Tabel 2). Hal tersebut diduga disebabkan oleh penyerapan larutan asam sitrat ke bagian dalam kulit memerlukan waktu yang lama. Menurut Bandyopadhyay *et al.*⁴, aktivitas spesifik enzim o-difenol oksidase sebagai katalis reaksi pencoklatan pada buah lada sebagian besar terjadi di bagian kulit. Untuk seluruh konsentrasi asam sitrat, perpanjangan waktu perendaman dari 15 menit menjadi 30-45 menit dapat menurunkan kadar lada kehitaman.

3. pH

Nilai pH larutan asam sitrat yang diukur pada akhir proses perendaman berkisar 2,84-3,15. Nilai pH ini mempengaruhi aktivitas enzim o-difenol oksidase selama proses pengolahan lada hijau kering yang berpengaruh pada warna. Pada konsentrasi asam sitrat yang rendah (0,5%), rata-rata nilai pH larutan (Tabel 3) berada pada kisaran pH aktivitas enzim o-difenol oksidase (pH 3,0-8,5) sehingga penghambatan reaksi pencoklatan kurang efektif. Pada konsentrasi asam sitrat lebih tinggi (2,0-3,5%), rata-rata pH larutan (Tabel 3) berada dibawah pH aktivitas enzim sehingga penghambatan reaksi pencoklatan cukup efektif yang dibuktikan dengan warna

lada hijau kering lebih baik (Tabel 1) dengan kadar lada kehitaman lebih rendah (Tabel 2).

Tabel 3. Nilai pH pada berbagai konsentrasi dan waktu perendaman dalam asam sitrat

Table 3. pH value of dehydrated green pepper on various concentration and soaking time in citric acid

Perlakuan/ Treatment	pH / pH	
	Larutan/ Solution	Lada hijau kering / Dehydrated green pepper
• Konsentrasi asam sitrat (%) / Citric acid concentration (%)		
0,5	3,13 a	5,34 a
2,0	2,98 b	5,11 b
3,5	2,87 c	4,78 c
• Waktu perendaman (menit) / Soaking time (minutes)		
15	2,98 a	5,15 a
30	2,97 a	5,08 a
45	3,02 a	5,00 a

Keterangan/Remarks : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% / Numbers followed by the same letters in each column were not significantly different at 5% level

Selama proses perendaman, larutan asam sitrat akan diserap buah lada. Penyerapan tersebut menurunkan pH lada dari rata-rata 6,12 pada buah lada segar menjadi 4,75-5,48 pada lada hijau kering. Penggunaan asam sitrat pada konsentrasi yang tinggi memberikan keuntungan terhadap warna lada hijau kering yang dihasilkan. Namun demikian, pada konsentrasi yang tinggi nilai pH lada hijau kering yang dihasilkan relatif rendah sehingga akan meningkatkan rasa asam pada produk yang dihasilkan.

4. Kadar minyak atsiri

Minyak atsiri merupakan komponen volatil yang memberikan kontribusi terhadap *odor* dan *flavour* lada hijau kering^{17,18}. *Odor* (bau) menerangkan kesan yang diterima lewat organ olfaktori ketika mencium atau menghirup senyawa volatil, sedangkan *flavour* merupakan suatu kesan kompleks yang menerangkan kesan-kesan yang berasal dari *taste* (citarasa) dan *odor* sekaligus secara serentak.

Kadar minyak atsiri lada hijau kering yang dihasilkan berkisar antara 5,02-5,36%. Hasil analisis statistik terhadap kadar minyak atsiri menunjukkan

Tabel 4. Kadar minyak atsiri lada hijau kering dari berbagai konsentrasi dan waktu perendaman dalam asam sitrat
Table 4. Essential oil content of dehydrated green pepper on various concentration and soaking time in citric acid

Perlakuan/ Treatments	Kadar minyak atsiri (% bk) / Essential oil content (% db)
• Konsentrasi asam sitrat (%) / Citric acid concentration (%)	
0,5	5,20 a
2,0	5,14 a
3,5	5,18 a
• Waktu perendaman (menit) / Soaking time (minutes)	
15	5,14 a
30	5,17 a
45	5,21 a

Keterangan/Remarks : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% / Numbers followed by the same letters in each column were not significantly different at 5% level

bahwa konsentrasi asam sitrat dan waktu perendaman serta interaksi kedua perlakuan tersebut tidak berpengaruh nyata (Tabel 4). Kadar minyak atsiri suatu bahan dipengaruhi oleh varietas, lingkungan tumbuh, umur, dan mutu bahan baku yang digunakan¹⁷. Penelitian ini menggunakan bahan baku dengan varietas, lingkungan tumbuh, umur, dan mutu bahan yang sama sehingga tidak ditemukan perbedaan yang nyata pada kadar minyak atsiri.

5. Densitas Kamba

Densitas kamba merupakan nilai perbandingan bobot bahan dengan volume yang ditempatinya, termasuk ruang kosong yang terbentuk. Densitas kamba merupakan salah satu parameter yang menentukan karakteristik mutu dari lada hijau kering. Densitas kamba lada hijau kering yang dihasilkan berkisar antara 206,3-211,6 g/l. Hasil analisis statistik terhadap densitas kamba lada hijau kering menunjukkan bahwa konsentrasi asam sitrat dan waktu perendaman serta interaksi kedua perlakuan tersebut tidak berpengaruh nyata.

Nilai densitas kamba lada hijau kering diduga dipengaruhi beberapa faktor antara lain varietas, umur, dan kadar air buah lada. Hasil penelitian Wang dan Brennan¹³ menunjukkan bahwa densitas kamba irisan kentang dipengaruhi oleh suhu pengeringan dan kadar air kentang. Semakin rendah kadar air maka densitas kamba

Tabel 5. Densitas kamba lada hijau kering dari berbagai konsentrasi dan waktu perendaman dalam asam sitrat
 Table 5. Bulk density of dehydrated green pepper on various concentration and soaking time in citric acid

Perlakuan/ Treatments	Densitas kamba (g/l)/ Bulk density (g/l)
• Konsentrasi asam sitrat (%)/ Citric acid concentration (%)	
0,5	208,4 a
2,0	209,6 a
3,5	209,1 a
• Waktu perendaman (menit)/ Soaking time (minutes)	
15	208,6 a
30	209,8 a
45	208,8 a

Keterangan/Remarks : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% / Numbers followed by the same letters in each column were not significantly different at 5% level

yang dihasilkan semakin rendah. Proses pengolahan lada hijau kering pada penelitian ini dilakukan pada suhu pengeringan yang sama (50-60°C) dengan akhir pengeringan ditentukan pada kadar air yang relatif sama ($\pm 10\%$) sehingga tidak ditemukan perbedaan yang nyata pada densitas kamba lada hijau kering.

B. Mutu Organoleptik

Uji organoleptik lada hijau kering dilakukan melalui uji hedonik terhadap atribut warna, aroma,

rasa, dan penerimaan secara umum dengan panelis semi terlatih sebanyak 30 orang. Berdasarkan skala hedonik yang diuji, tingkat kesukaan panelis terhadap warna berkisar 2,53-3,93 (Tabel 6). Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa konsentrasi asam sitrat dan waktu perendaman berpengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan panelis terhadap warna. Lada hijau kering yang diperoleh dari konsentrasi asam sitrat 2% dengan waktu perendaman selama 30-45 menit dan konsentrasi asam sitrat 3,5% untuk berbagai waktu perendaman mendapat nilai kesukaan tertinggi (3,60-3,93). Hasil ini sejalan dengan hasil analisis warna dengan *chromameter* seperti disajikan pada Tabel 1.

Tingkat kesukaan panelis terhadap rasa lada hijau kering berkisar antara 3,13-3,47 (Tabel 6). Hasil analisis statistik uji hedonik rasa menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata. Hasil ini menunjukkan bahwa pH lada hijau kering dari berbagai perlakuan yang menghasilkan pH 4,75-5,48 (Tabel 3) tidak memberikan perbedaan pada rasa.

Aroma lada hijau kering disebabkan karena adanya kandungan minyak atsiri yang bersifat volatil. Tingkat kesukaan panelis terhadap aroma berkisar antara 3,00-3,70 (Tabel 6). Hasil analisis statistik uji hedonik menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh yang nyata. Nilai aroma terendah yaitu pada lada hijau kering yang diperoleh dari konsentrasi asam sitrat 3,5% dengan perendaman selama 45 menit sedangkan perlakuan lainnya tidak berbeda nyata.

Ditinjau dari penerimaan secara umum, maka tingkat kesukaan panelis berkisar 3,07-3,70, yaitu pada rentang netral sampai dengan suka (Tabel 6). Hasil analisis statistik uji hedonik penerimaan secara umum

Tabel 6. Tingkat kesukaan panelis terhadap produk lada hijau kering berdasarkan warna, aroma, rasa, dan penerimaan umum
 Table 6. Level of panelists preference to dehydrated green pepper product based on colour, aroma, taste, and general acceptance

Konsentrasi asam sitrat; Waktu perendaman/ Citric acid concentration; Soaking time (minutes)	Warna/ Colour	Rasa/ Taste	Aroma/ Aroma	Penerimaan secara umum/ General acceptance
• 0,5%; 15 menit/ 0,5%; 15 minutes	2,53 a	3,43 a	3,47 b	3,07 a
• 2,0%; 15 menit/ 2,0%; 15 minutes	2,97 b	3,37 a	3,43 b	3,43 bc
• 3,5%; 15 menit/ 3,5%; 15 minutes	3,60 cd	3,13 a	3,57 b	3,47 bc
• 0,5%; 30 menit/ 0,5%; 30 minutes	2,93 b	3,43 a	3,50 b	3,23 ab
• 2,0%; 15 menit/ 2,0%; 15 minutes	3,83 cde	3,43 a	3,63 b	3,70 c
• 3,5%; 30 menit/ 3,5%; 30 minutes	3,93 e	3,47 a	3,70 b	3,63 c
• 0,5%; 45 menit/ 0,5%; 45 minutes	3,20 b	3,17 a	3,37 b	3,40 bc
• 2,0%; 45 menit/ 2,0%; 15 minutes	3,53 c	3,23 a	3,40 b	3,50 bc
• 3,5%; 45 menit/ 3,5%; 15 minutes	3,90 de	3,40 a	3,00 a	3,70 c

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5% / Numbers followed by the same letters in each column were not significantly different at 5% level

menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata. Perlakuan yang mendapat nilai tertinggi yaitu konsentrasi asam sitrat 2% dengan perendaman selama 30 menit dan konsentrasi asam sitrat 3,5% dengan perendaman selama 30 dan 45 menit (Tabel 6).

C. Perbandingan Karakteristik Buah Lada Segar dengan Lada Hijau Kering

Berdasarkan karakteristik mutu dan uji organoleptik lada hijau kering, kombinasi perlakuan yang menghasilkan mutu lada hijau kering terbaik yaitu konsentrasi asam sitrat 2% dengan waktu perendaman 30 menit dan konsentrasi asam sitrat 3,5% dengan waktu perendaman 30-45 menit. Berdasarkan pertimbangan efisiensi penggunaan asam sitrat maka perlakuan terpilih yaitu konsentrasi asam sitrat 2% dengan perendaman 30 menit. Karakteristik buah lada segar, lada hijau kering, dan produk yang sudah tersedia di pasar disajikan pada Tabel 7.

Warna buah lada segar (bahan baku) berada pada kisaran warna hijau ($a^* = -15,78$). Dibandingkan dengan buah lada segar, intensitas warna kehijauan dari lada hijau kering menurun menjadi $-2,84$ (Tabel 7). Menurunnya intensitas warna kehijauan tersebut diduga disebabkan oleh rusaknya klorofil selama proses pengolahan. Menurut Koca *et al.*¹⁹, klorofil akan mengalami degradasi akibat perlakuan panas dan pengasaman menjadi feofitin atau feoforbid yang berwarna *olive green*. Perubahan warna tersebut disebabkan oleh adanya pergantian magnesium (Mg^{2+}) pada pusat cincin porfirin dari klorofil oleh ion hidrogen. Dibandingkan dengan intensitas kehijauan produk Nature's²⁰, lada hijau kering yang dihasilkan jauh lebih baik (Tabel 7).

Kadar air buah lada segar sebesar 83,33%. Kadar air lada hijau kering yang dihasilkan cukup rendah, yaitu 9,67%. Produk Nature's²⁰ memiliki kadar air maksimal 12 persen. Kadar minyak atsiri buah lada segar cukup tinggi, yaitu sebesar 5,49%bk. Lada hijau kering yang dihasilkan mengandung minyak atsiri 5,14%bk, sedikit menurun dibandingkan buah lada segarnya (Tabel 7). Perlakuan panas yang diterapkan pada pengolahan lada hijau kering dapat menyebabkan kehilangan minyak atsiri²¹. Produk Nature's²⁰ memiliki kadar minyak atsiri minimal 3%.

Piperin merupakan senyawa utama yang memberikan rasa pedas khas lada^{14,17}. Piperin merupakan alkaloid yang berbentuk trans-trans 1-piperolypiperidine. Hasil pengukuran kadar piperin buah lada segar menunjukkan nilai 8,38%bk, sedangkan kadar piperin lada hijau kering yang dihasilkan sebesar 13,64%bk. Kadar piperin yang dihasilkan tersebut jauh lebih tinggi dari kadar piperin lada hijau kering yang diproduksi oleh Nature's²⁰ (Tabel 7).

Hasil pengukuran pH buah lada segar sebesar 6,12, sedangkan lada hijau kering memiliki pH 5,03 (Tabel 7). pH yang rendah pada lada hijau kering akan memberikan perbedaan rasa dibandingkan dengan buah lada segar. Densitas kamba buah lada segar sebesar 578,77 g/l. Besarnya nilai densitas kamba buah lada segar dipengaruhi oleh tingginya jumlah air yang terkandung di dalamnya. Densitas kamba lada hijau kering yang dihasilkan sebesar 211,0 g/l, lebih rendah dibandingkan dengan lada hijau kering yang diproduksi oleh Nature's²⁰ (250-400 g/l) (Tabel 7). Hal tersebut diduga disebabkan oleh tingkat kematangan buah lada yang berbeda dan kadar air produk yang lebih rendah.

Table 7. Karakteristik buah lada segar, lada hijau kering, dan produk yang tersedia di pasar

Table 7. Characteristics of pepper berries, dehydrated green pepper, and products available at the market

Karakteristik/ Characteristics	Buah lada segar/ Pepper berries	Lada hijau kering**) Dehydrated green pepper**)	Produk Nature, India*) Nature product, India*)
• Warna/ Colour			
- L*	29,39	40,81	-
- a*	-15,78	-2,84	+2,79
- b*	39,72	33,41	-
• Kadar air (%) / Moisture content (%)	83,33	9,67	maks.12 max. 12
• Kadar minyak atsiri (%bk) / Essential oil content (%db)	5,49	5,14	min. 3 / min 3
• Kadar piperin (%bk) / Piperine content (%db)	8,38	13,64	min. 7 / min. 7
• Kadar lada kehitaman (%) / Blackish pepper content (%)	-	5,53	-
• pH/pH	6,12	5,03	-
• Densitas kamba (g/l) / Bulk density (g/l)	578,77	211,0	250-400
• Total mikroba (CFU/g) / Total microbial (CFU/g)	4,03x10 ²	7,7x10 ³	3x10 ⁴

Keterangan/ Remarks : *) Produk yang tersedia dipasar yang diproduksi oleh Nature (Nature's, 2007) / Products available at the market are produced by Nature (Nature's, 2007)²⁰

***) Asam sitrat 2%; waktu perendaman 30 menit / 2% of citric acid; 30 minutes of time immersion

Hasil pengukuran *Total Plate Count* (TPC) buah lada segar cukup rendah, yaitu $4,03 \times 10^2$ CFU/g. Nilai TPC lada hijau kering yang dihasilkan lebih tinggi dari bahan bakunya, yaitu $7,7 \times 10^3$ CFU/g namun masih aman untuk dikonsumsi. Lada hijau kering yang diproduksi oleh Nature's²⁰ mengandung TPC yang lebih tinggi, yaitu 3×10^4 CFU/g.

D. Komponen Aroma Lada Hijau Kering

Untuk mengetahui komponen aroma minyak atsiri lada hijau kering dilakukan analisis menggunakan GC/MS. Hasil analisis menunjukkan bahwa komponen minyak atsiri lada hijau kering yang teridentifikasi berjumlah ± 30 jenis (Tabel 8). Hasil analisis komponen aroma minyak atsiri yang diperoleh dari lada hitam berumur muda menghasilkan jumlah komponen yang hampir sama¹⁵. Ada beberapa komponen yang terdapat dalam minyak atsiri lada hijau kering namun tidak terdapat pada minyak atsiri lada hitam berumur muda atau sebaliknya terutama komponen-komponen yang kadarnya relatif rendah (Tabel 8).

Dari hasil analisis tersebut diketahui bahwa komponen utama minyak atsiri lada hijau kering sama dengan minyak atsiri dari lada hitam berumur muda, meliputi α -pinene, β -pinene, myrcene, limonene, α -phellandrene, δ -3-carene, limonene, δ -elemene, β -caryophyllene, dan β -salinene (Tabel 8). Menurut Schulzh *et al.*¹⁷, fraksi volatil minyak lada umumnya didominasi oleh senyawa monoterpen hidrokarbon yang berjumlah sekitar 30-70%, seperti α -pinene, β -pinene, limonene, sabinene, myrcene, α -phellandrene, dan δ -3-carene. Senyawa lainnya yaitu sesquiterpene yang berjumlah 25-45% dari total kadar minyak atsiri, seperti α -caryophyllene, β -caryophyllene dan β -farnesene, sedangkan sesquiterpene beroksigen seperti caryophyllene oxide berjumlah sekitar 4-14%. Menurut Schulzh *et al.*¹⁷, mutu aroma minyak lada optimum jika komponen monoterpen dalam minyak lada tinggi, namun dengan jumlah komponen pinene (α - dan β -pinene) yang rendah.

Tabel 8. Komponen aroma lada hijau kering
Table 8. Aroma components of dehydrated green pepper

No./ No.	Komponen kimia/ <i>Chemical</i> <i>components</i>	Lada hijau kering (%)/ <i>dehydrated</i> <i>green pepper</i> (%)	Lada hitam muda (%)/ <i>Young black</i> <i>pepper (%)</i> *
1.	α -thujene	0,17	0,08
2.	α -pinene	7,76	5,69
3.	Champene	0,25	0,12
4.	Sabinene	-	0,20
5.	β -pinene	9,83	11,20
6.	Myrcene	2,94	2,23
7.	α -phellandrene	8,20	2,87
8.	δ -3-carene	20,26	16,03
9.	α -terpinene	0,15	-
10.	β -phellandrene+p- cymene	0,02	0,20
11.	Limonene	13,93	17,58
12.	γ -terpinene	0,31	0,10
13.	α -terpinolene	1,68	0,62
14.	Linalool	0,34	0,63
15.	Terpinen-4-ol	0,13	-
16.	α -terpineol	0,36	0,08
17.	δ -elemene	3,81	3,09
18.	α -cubebene	0,10	0,17
19.	α -copaene	0,43	3,16
20.	β -elemene	1,45	0,48
21.	β -caryophyllene	16,85	27,74
22.	α -guaiene	0,50	-
23.	α -humulene	1,59	1,53
24.	Germacrene-D	0,63	0,17
25.	β -salinene	2,17	0,52
26.	α -salinene	1,76	0,49
27.	β -bisabolene	0,75	0,07
28.	β -cubebene	0,63	-
29.	δ -cadinene	0,13	1,06
30.	Caryophyllene oxide	0,24	-
		97,37	96,11

*) Sumber /Source : Boonbumrung *et al.*¹⁵

KESIMPULAN

1. Penggunaan asam sitrat dalam pengolahan lada hijau kering efektif menghambat reaksi pencoklatan. Konsentrasi asam sitrat 2,0% dengan waktu perendaman 30 menit merupakan kondisi optimum untuk pengolahan lada hijau kering.
2. Mutu lada hijau kering yang dihasilkan lebih baik dari produk serupa yang sudah tersedia di pasar (produk Nature, India).
3. Berdasarkan penilaian organoleptik produk lada hijau kering dapat diterima panelis dengan tingkat penerimaan berada pada rentang netral sampai dengan suka.
4. Komponen aroma lada hijau kering didominasi oleh senyawa monoterpen dan sesquiterpen, sedangkan senyawa sesquiterpen beroksigen konsentrasinya sangat rendah (0,24%).

DAFTAR PUSTAKA

1. Mathew AG. Chemical constituents of pepper. *International Pepper Community Bulletin*. 1993; 16 (2) : 18-22.
2. IPC. Diversification in pepper utilization. *International Pepper News Bulletin*. 1990; XIV (4) : 5-9.
3. Variyar PS, Pendharker B, Banerjee A, Bandyopadhyay C. Blackening in green pepper berries. *Phytochemistry*. 1988; 27 (30) : 715-717.
4. Bandyopadhyay C, Narayan VS, Variyar PS. Phenolic of green pepper berries (*Piper nigrum* L.). *J. Agric. Food Chem*. 1990; 30 : 1696-1699.
5. Pongsakul N, Leelasart B, Rakariyatham N. Effect of L-cysteine, potassium metabisulfite, ascorbic acid and citric acid on inhibition of enzymatic browning in longan. *Chiang Mai J. Sci*. 2006; 33 (1) : 137-141.
6. Mangalakumari CK, Sreedharan VP, Mathew AG. Studies on blackening of pepper (*Piper nigrum* Linn.) during dehydration. *J. of Food Science*. 1983; 48: 604-606.
7. Hidayat T, Rishaferi. Pengaruh kondisi blanching dan sulfitasi terhadap mutu lada hijau dehidrasi. *Pemberitaan Penelitian Tanaman Industri*. 1994; 19 (4) : 43-48.
8. Moretti CL, Araujo AL, Marouelli WA, Silva WLC. Respiratory activity and browning of minimally processed sweet potatoes. *Horticultura Brasileira*. 2002; 20 (3) : 497-500.
9. Bush RK, Taylor SL, Holden K, Nordlee JA, Busse WW. Prevalence of sensitivity to sulfating agents in asthmatic patients. *Am. J. Med*. 1986; 81: 816-820.
10. Son SM, Moon KD, Lee CY. Inhibitory effect of various antibrowning agent on apple slices. *Food Chemistry*. 2001; 73 : 23-30.
11. Wang LF, Kim DM, Park JD, Lee CY. Various antibrowning agents and green tea extract during processing and storage. *Journal of Food Processing Preservation*. 2003; 27:213-225.
12. Nurdjannah N, Hoerudin. Pengaruh perendaman dalam asam organik dan metode pengeringan terhadap mutu lada hijau kering. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*. 2008; XIX (2) : 181-196.
13. Wang N, Brennan JG. Changes in structure, density and porosity of potato during dehydration. *Journal of Food Engineering*. 1995; 24 : 61-76
14. Jansz ER, Pathirana IC, Packiyashoty EV. Determination of piperine in pepper (*Piper nigrum* L.). *J. Natn. Sci. Coun. Sri Lanka*. 1983; 11 (1) : 129-138.
15. Boonbumrung S, Varayanond W, Mookdasanit J, Boonbumrung K. Flavor quality of young black pepper. 31st Congress on Science and Technology of Thailand at Suranaree University of Technology. 2005; 18–20 October 2005.
16. Severini C, Baiano A, Pilli TD, Carbone BF, Derossi A. Combined treatments of blanching and dehydration: study on potato cubes. *J. of Food Engineering*. 2005; 68: 289–296.
17. Schulz H, Baranska M, Quilitzsch R, Schütze W, Lösing G. Characterization of peppercorn, pepper oil, and pepper oleoresin by vibrational spectroscopy methods. *J. Agric. Food Chem*. 2005; 53: 3358-3363.
18. Ishikawa T, Ohmori T, Murakoshi I, Palanuvej C, Ruangrungsi N. Constituents of white and black pepper oils : A potensial in olfactory stimulation. *J Health Res*. 2008; 22(2): 101-103.
19. Koca N, Karadeniz F, Burdurlu HS. Effect of pH on chlorophyll degradation and colour loss in blanched green peas. *Gida*. 2008; 33(5):225-233.
20. Nature's. 2007. Dehydrated green pepper. <http://www.alibaba.com>. (18April 2007).
21. Nisha P, Singhal RS, Pandit AB. The degradation kinetics of flavor in black pepper (*Piper nigrum* L.). *J. of Food Engineering*. 2009; 92 (1): 44-49.