

Penelitian/Research

PENGARUH KONSENTRASI SUKROSA DAN ASAM SITRAT TERHADAP KO-KRISTALISASI EKSTRAK TAPE SINGKONG (*Manihot utilissima* Pohl.)

*The Effects of Sucrose and Citric Acid Concentration on the Co-crystallization of Fermented Cassava (*Manihot utilissima* Pohl.) Extract.*

Indra Neffi Ridwan^{*)}, Titin Sriyogasari^{**)}, Hendra Wijaya^{*)}, Ela Turmala Sutrisno^{**)}

^{*)} Balai Besar Industri Agro (BBIA)

Jl. Ir. H. Juanda No. 11, Bogor 16122

^{**)} Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Industri
Universitas Pasundan

Jl. Dr. Setiabudi No. 193 Bandung

ABSTRACT: The purpose of this research is to study the effect of interaction between sucrose and citric acid concentration on the quality of co-crystallization of fermented cassava (*Manihot utilissima* Pohl.) extract. The benefit of this research is to diversify cassava fermented product in order to type of food product that is more practical in its consumption. As a result this product will create an increasing economic value of cassava. The experiment was carried out using the randomized block design with pattern factorial and 3 times replicating. The first factor is sucrose concentration (40 %; 50 %; and 60 %) and the second factor is citric acid concentration (1 %; 1.5 %; and 2 %). Parameter analyzed during the experiment were moisture content, total sugar, solubility, and organoleptic test using preference test type with 15 panelist which cover color, taste, flavour, and appearance. Based on the result of organoleptic test of microcrystal fermented cassava extract that preferred by panelist were it was produced with 40 % of sucrose and 1.5 % of citric acid concentration. This fermented cassava extract produced by this methods contain moisture content 2.14 % and total sugar 56.05 %, and has solubility 26.84 %.

Key words: sucrose, citric acid, co-crystallization, fermented cassava extract

PENDAHULUAN

Singkong (*Manihot utilissima* Pohl.) merupakan salah satu bahan makanan pokok bagi masyarakat Indonesia. Masyarakat umumnya mengkonsumsi singkong dengan berbagai bentuk makanan tradisional misalnya tiwul, getuk, opak, keripik singkong dan lain-lain. Selain itu, makanan dari singkong yang cukup populer dan digunakan oleh masyarakat adalah tape. Pengolahan singkong menjadi tape telah lama dikenal oleh masyarakat Indonesia sebagai salah satu cara pengolahan tradisional melalui proses fermentasi. Tape memiliki tekstur lembut dan sedikit berair dibuat dengan ragi yang mengandung kapang dan khamir khusus (Cronk *et al.*, 1979). Fermentasi merupakan reaksi oksidasi reduksi dalam sistem biologi yang menghasilkan energi, sebagai donor elektron dan akseptor elektron adalah senyawa organik (Fardiaz, 1987).

Selain tape singkong yang beredar di pasaran, ada pula tape jenis lain yang dibuat melalui proses fermentasi dari bahan-bahan yang mengandung karbohidrat, seperti beras dan beras ketan. Tape yang dibuat dari bahan baku singkong dikenal sebagai tape singkong,

demikian juga tape dari bahan baku lainnya dikenal sesuai dengan bahan baku asalnya. Tape selain mempunyai rasa manis dan aroma yang cukup kuat, juga mempunyai kandungan gizi yang cukup baik, yakni tape singkong mengandung 169 kalori, 0,5 gram protein, 0,1 gram lemak, 42,5 gram karbohidrat, 56,1 gram air, 82,0 mikrogram vitamin B₁, 23,0 miligram P, dan 28 miligram Ca (Winarno, dkk, 1973).

Tape bersifat relatif tidak tahan lama karena kandungan airnya yang cukup tinggi dan tidak diolah dengan baik. Pemanfaatan tape singkong selama ini sebagian besar bersifat tradisional yaitu selain dimakan segar, tape singkong biasanya diolah menjadi tape goreng atau untuk campuran kue dan roti sedangkan mengolah tape menjadi mikrokrystal serbuk sampai saat ini belum dilakukan.

Pengolahan tape singkong dalam bentuk serbuk adalah merupakan salah satu cara untuk memperpanjang daya simpan. Produk mikrokrystal saat ini banyak digemari di masyarakat karena untuk berbagai keperluan seperti untuk pembuatan kue, *ice cream*, roti, dan untuk minuman ringan karena kepraktisan dalam penggunaannya. Pembuatan mikrokrystal ekstrak tape selain relatif lebih awet, mudah

dikemas, serta dapat memperluas pemakaian dan distribusinya.

Ko-kristalisasi merupakan teknik enkapsulasi dengan memasukkan komponen atau senyawa ke dalam dan diantara kristal sukrosa (Jackson dan Lee, 1991). Penggunaan sukrosa sebagai dinding kapsul mempunyai keistimewaan yaitu selain harganya murah sukrosa mudah larut dengan cepat, relatif stabil terhadap panas, menyempurnakan rasa manis, memberikan perbaikan aroma, dan memiliki masa simpan yang cukup lama pada suhu ruang (Buckle, *et al.*, 1987). Sukrosa merupakan disakarida yang paling manis diantara tiga jenis disakarida yang umum dijumpai (Lehninger, 1990).

Tujuan penelitian ini adalah mempelajari pembuatan mikrokristal serbuk yang berasal dari hasil proses ko-kristalisasi ekstrak tape singkong dan mempelajari pengaruh penggunaan asam sitrat dan sukrosa terhadap mutu ko-kristalisasi ekstrak tape singkong.

BAHAN DAN METODE

BAHAN

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah singkong (*Manihot utilissima* Pohl.), sukrosa, dan ragi tape diperoleh dari pedagang di pasar Bogor sedangkan bahan tambahan makanan yang digunakan yaitu asam sitrat, pewarna, dan bahan flavor diperoleh dari toko kimia di Bogor.

ALAT

Alat utama yang digunakan adalah *mollen dryer* yang dibuat oleh Bengkel Prima Teknik Bogor. Sedangkan alat-alat penunjang proses yang digunakan adalah: *blender*, kompor, pengaduk, baskom, timbangan kasar, panci, pisau, dan kain saring. Alat-alat analisis yang digunakan adalah: timbangan analitik, cawan porselin, oven, desikator, seperangkat alat titrasi, dan *gas chromatograph*.

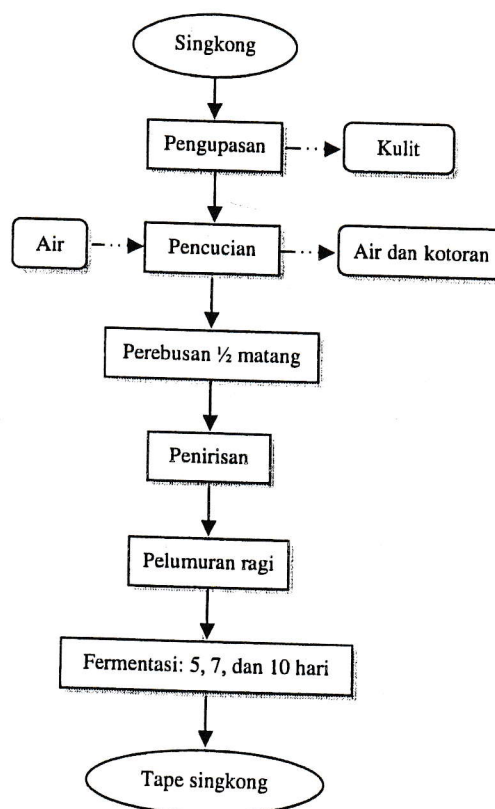
METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dalam 2 (dua) tahap yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan bertujuan menentukan waktu optimal fermentasi tape singkong yang akan dijadikan mikrokristal. Parameter pengamatan meliputi uji organoleptik tape singkong yang dapat diterima panelis dan penentuan kadar gula total dan etil asetat tape

singkong, sebagai tolak ukur tingkat kemanisan dan aroma khas tape singkong yang diperoleh secara maksimal.

Penelitian utama bertujuan mengetahui pengaruh konsentrasi sukrosa dan asam sitrat terhadap mutu mikrokristal ekstrak tape singkong. Parameter pengamatan meliputi pengujian kadar air, kadar gula total, kadar etil asetat, uji kelarutan dan uji organoleptik meliputi warna, aroma, rasa, dan penampakan mikrokristal ekstrak tape singkong.

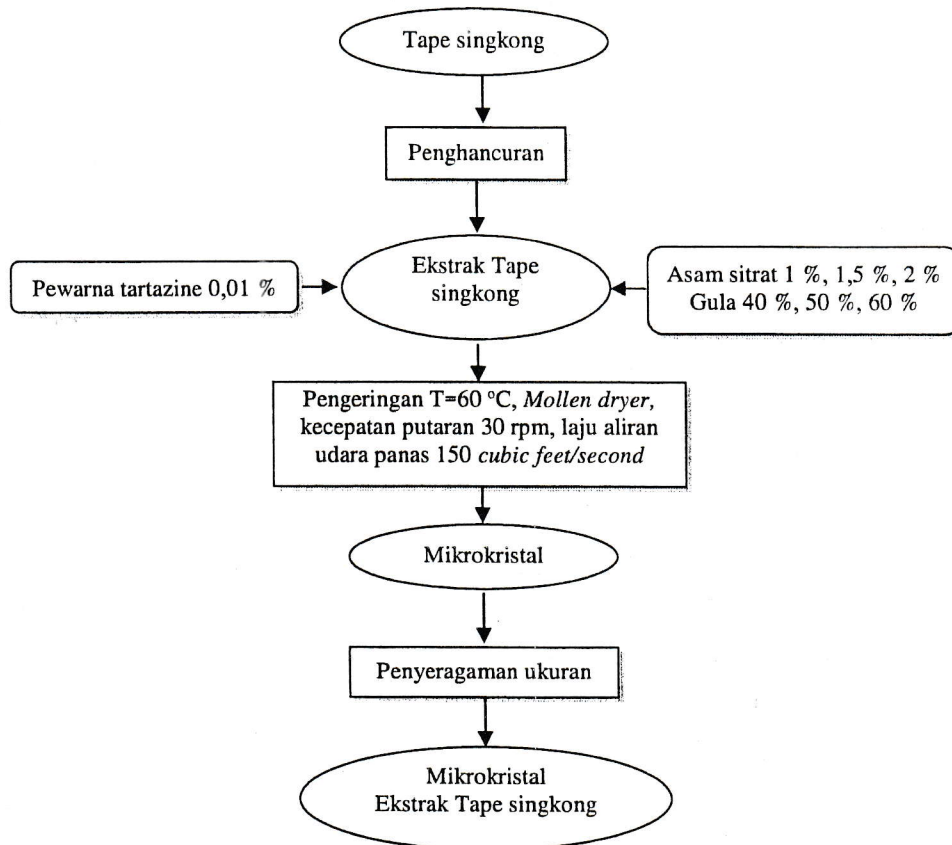
Prosedur penelitian pendahuluan sebagai berikut: singkong dikupas kulitnya menggunakan alat khusus dengan pengupas kentang untuk mendapatkan daging singkong. Daging singkong dicuci dengan air bersih sampai benar-benar bersih dan kemudian direbus. Waktu perebusan kira-kira 15 menit sampai singkong setengah matang dan tidak hancur. Singkong hasil perebusan ditiriskan untuk memisahkan air sisa perebusan dan didinginkan pada suhu ruang selama 30 menit. Tahap selanjutnya, singkong dilumuri dengan ragi satu-persatu secara seragam untuk proses fermentasi. Fermentasi dilakukan dalam wadah plastik pada suhu ruang selama 5 hari, 7 hari, dan 10 hari. Terhadap tape hasil fermentasi tersebut masing-masing dilakukan uji organoleptik, penentuan kadar gula total, dan etil asetat ekstrak tape singkong. Gambar 1 menunjukkan diagram alir proses pembuatan tape singkong.



Gambar 1. Diagram alir proses pembuatan tape singkong

Prosedur penelitian utama sebagai berikut: tape singkong dihancurkan menggunakan *blender*. Tape yang telah hancur berbentuk bubur, disaring untuk memisahkan ekstrak tape dari serat kasarnya. Ekstrak tape yang diperoleh ditambah pewarna, asam sitrat dan sukrosa sesuai perlakuan kemudian diaduk hingga homogen. Campuran tersebut

dimasukkan ke dalam *mollen dryer* selama 1,5 jam untuk proses ko-kristalisasi. Hasil ko-kristalisasi diayak dan disaring dengan penyaring ukuran 100 mesh untuk memperoleh ukuran yang seragam. Gambar 2 menunjukkan diagram alir proses ko-kristalisasi ekstrak tape singkong.



Gambar 2. Diagram alir proses ko-kristalisasi ekstrak tape singkong

Pengamatan

Parameter pengamatan meliputi pengujian kadar air dengan metode gravimetri, pengujian kadar gula total dengan metode *Luff Schoorl*, dan pengujian kadar etil asetat dengan metode *gas chromatographic* (AOAC, 1995). Pengujian kelarutan mikrokristal ekstrak tape singkong dalam air (Yuwono dan Susanto, 1998). Sedangkan uji organoleptik meliputi warna, aroma, rasa, dan penampakan oleh 15 panelis menggunakan skala hedonik 1-5 (Soekarto, 1985).

Rancangan penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan rancangan perlakuan faktorial (dua faktor)

dalam rancangan acak lengkap pola 3 x 3 dengan 3 kali ulangan. Faktor pertama adalah konsentrasi sukrosa (a) yang terdiri atas tiga taraf yaitu a_1 (40 % b/b), a_2 (50 % b/b), dan a_3 (60 % b/b). Faktor kedua adalah konsentrasi asam sitrat (b) yang terdiri atas tiga taraf yaitu b_1 (1 % b/b), b_2 (1,5 % b/b), dan b_3 (2 % b/b).

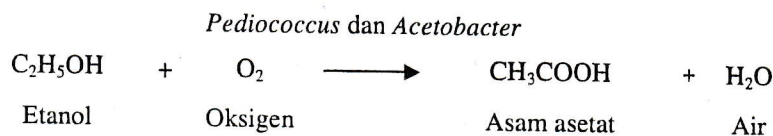
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian Pendahuluan

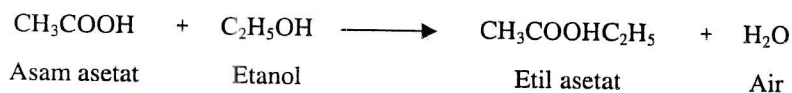
Uji organoleptik

Berdasarkan Tabel 1 hasil uji organoleptik tape singkong pada sampel b yaitu waktu fermentasi 7 hari, menunjukkan hasil yang paling disukai dengan nilai rata-rata 1,74.

Tape singkong yang dihasilkan lebih putih, rasa enak, penampakan disukai, dan beraroma khas tape. Salah satu komponen pembentuk aroma khas tape adalah etil asetat, hasil reaksi etanol dengan asam asetat (Soedarsono, 1972). Gambar 3 menunjukkan mekanisme reaksi oksidasi etanol oleh bakteri *Pediococcus* dan *Acetobacter* menghasilkan asam asetat pada proses fermentasi tape singkong. Pada reaksi



Gambar 3. Reaksi pembentukan asam asetat



Gambar 4. Reaksi pembentukan etil asetat

Tape singkong Sampel a dengan waktu fermentasi 5 hari menghasilkan penampakan yang kurang menarik dan aroma khas tape-nya kurang sehingga secara keseluruhan kurang disukai. Kurangnya aroma khas tape kemungkinan disebabkan belum terbentuknya etil asetat dalam jumlah yang cukup pada proses fermentasi tersebut yaitu sebesar 6,50 % dengan total gula 15,20 %. Diduga senyawa kimia yang dominan dihasilkan selama fermentasi 5 hari adalah CO₂, alkohol dan air. Kemungkinan jumlah air yang dihasilkan-pun belum cukup untuk membentuk tekstur tape sehingga tekstur tape singkong yang dihasilkan masih relatif keras dan kurang disukai.

Tabel 1. Hasil uji organoleptik tape singkong

Lama fermentasi	Warna	Aroma	Rasa	Penampakan
a (5 hari)	1,91	1,81	1,82	1,88
b (7 hari)	1,80	1,67	1,70	1,81
c (10 hari)	2,03	2,19	2,27	2,11

Sampel c dengan waktu fermentasi 10 hari menghasilkan penampakan tape singkong yang kurang menarik, lembek, dan beraroma alkohol sehingga secara keseluruhan kurang disukai. Berdasarkan hasil analisis terhadap sampel c menunjukkan bahwa kadar etil asetat dan gula total relatif lebih sedikit yaitu 8,29 % dengan total gula 18,50 %. Hal ini kemungkinan disebabkan gula terurai menjadi alkohol dan air (Hesseltine, 1979).

ini, tidak hanya dihasilkan asam asetat tetapi juga asam piruvat dan asam laktat. Asam asetat kemudian bereaksi dengan etanol menghasilkan etil asetat yang ditunjukkan oleh Gambar 4. Asam asetat merupakan pereaksi pembatas (Hesseltine, 1979). Fermentasi selama 7 hari akan menghasilkan jumlah etil asetat dominan sehingga memberikan cita rasa khas tape.

Tabel 2. Kadar gula total dan etil asetat tape singkong selama fermentasi

Lama fermentasi	Gula total (%)	Etil asetat (%)
a (5 hari)	15,20	6,50
b (7 hari)	22,01	9,50
c (10 hari)	18,50	8,29

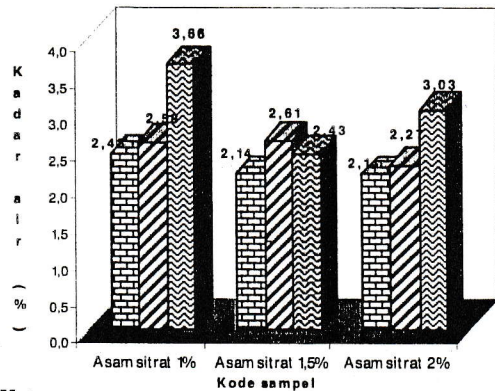
Penelitian Utama

Kadar Air

Pengkristalan formulasi ekstrak tape singkong dengan *mollen dryer* pada suhu 70 °C, kecepatan putaran 30 rpm, laju aliran udara panas 150 *cubic feet/second* selama 90 menit akan mengurangi jumlah air pada produk. Pada kondisi ini, setiap satu molekul air hidrat pada asam sitrat akan terlepas. Jumlah air yang tersisa atau kadar air mikrokristal ekstrak tape singkong tergantung dari formulasi yang digunakan.

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi sukrosa dan konsentrasi asam sitrat berpengaruh nyata terhadap kadar air mikrokristal ekstrak tape singkong. Gambar 3 menunjukkan, semakin besar konsentrasi sukrosa dan konsentrasi asam sitrat yang ditambahkan, kadar air cenderung meningkat. Hal ini disebabkan, semakin banyaknya air terlarut, air oklusi, dan air yang teradsorpsi pada permukaan kristal. Menurut

Harjadi (1990), air oklusi adalah air yang terkandung dalam rongga-rongga diantara butiran-butiran zat padat atau rongga-rongga dalam kristal dan penyebaran air tersebut tidak homogen.



Keterangan:

■ Sukrosa 40% ■ Sukrosa 50% ■ Sukrosa 60%

Gambar 5. Histogram kadar air mikrokrystal ekstrak tape singkong

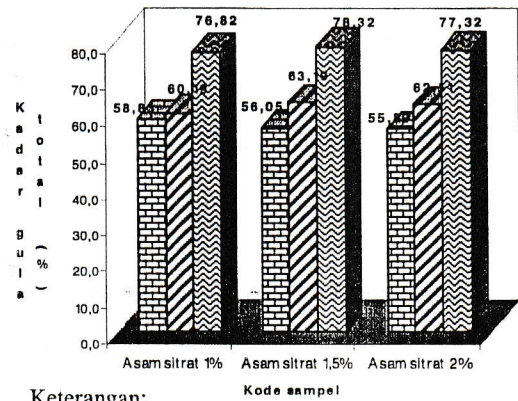
Menurut Syarief, dkk (1989), kisaran kadar air untuk produk instan adalah 2 % – 4,8 %. Hasil uji kadar air mikrokrystal ekstrak tape singkong pada semua perlakuan berada dalam kisaran tersebut yaitu 2,14 % - 3,66 %. Kadar air yang relatif kecil cenderung memberikan tekstur dan penampakan yang lebih baik karena antar partikel mikrokrystal ekstrak tape singkong tidak saling menggumpal. Perlakuan yang lebih disukai adalah a1b2 dan a1b3 dengan kadar air 2,14 %, masing-masing pada konsentrasi sukrosa 40 % dan konsentrasi asam sitrat 1,5 % dan 2 %. Kadar air mikrokrystal ekstrak tape singkong juga mempengaruhi sifat higroskopis bahan tersebut yaitu kemampuan bahan untuk mengikat uap air dari lingkungan. Kadar air yang lebih kecil akan meningkatkan sifat higroskopis bahan sehingga pengemasan harus segera dilakukan setelah tahap penyeragaman ukuran.

Gula Total

Gula total dalam hal ini adalah penjumlahan gula dalam bentuk monosakarida, disakarida, dan polisakarida dalam produk mikrokrystal ekstrak tape singkong yang dalam prosesnya ditambahkan sukrosa. Ko-kristalisasi dilakukan dalam *mollen dryer* pada suhu 70 °C, kecepatan putaran 30 rpm, laju aliran udara panas 150 *cubic feet/second* selama 90 menit.

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi sukrosa dan konsentrasi asam sitrat berpengaruh nyata terhadap kadar gula total mikrokrystal ekstrak tape singkong. Gambar 6 menunjukkan,

semakin besar penambahan sukrosa dan asam sitrat, kadar gula totalnya meningkat



Keterangan:

■ Sukrosa 40% ■ Sukrosa 50% ■ Sukrosa 60%

Gambar 6. Histogram kadar gula total mikrokrystal ekstrak tape singkong

Kadar gula total yang diinginkan adalah yang relatif lebih tinggi sehingga kemampuan ikat air bebas dan efek osmosisnya lebih baik dalam rangka fungsinya selain sebagai bahan utama penyalut dan pemanis juga sebagai pengawet. Pada keadaan ini, mikroba pembusuk tidak dapat menggunakan air bebas sehingga mikroba tidak dapat tumbuh. Kadar gula total produk kokristal adalah berasal dari kadar gula ekstrak tape singkong sendiri dan hasil penambahan persentase sukrosa yang bervariasi. Perlu ada keseimbangan antara kadar gula total dengan komponen-komponen lain yang berpengaruh terhadap tingkat penerimaan produk yang menginginkan cita rasa tape singkong. Perlakuan a3b2 menunjukkan kadar gula total tertinggi adalah 78,32 % dengan penambahan konsentrasi sukrosa 60 % dan konsentrasi asam sitrat 1,5 %. Sedangkan kadar gula total terendah adalah 55,80 % pada perlakuan a1b1 dengan penambahan konsentrasi sukrosa 40 % dan konsentrasi asam sitrat 1 %. Penambahan konsentrasi sukrosa sebesar 40 % dan konsentrasi asam sitrat 1,5 % pada perlakuan a1b2 dengan gula total 56,02 %, gula sudah dapat berfungsi sebagai pengawet. Menurut Buckle (1987), apabila gula ditambahkan paling sedikit 40 % padatan terlarut, maka sebagian dari air yang ada menjadi tidak tersedia untuk pertumbuhan mikroorganisme dan aktivitas air (Aw) dari bahan pangan akan berkurang.

Kelarutan Dalam Air

Kelarutan mikrokrystal ekstrak tape singkong merupakan konsentrasi maksimum mikrokrystal yang dapat larut dalam air pada

Aroma

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa faktor konsentrasi sukrosa, dan konsentrasi asam sitrat serta interaksi antara konsentrasi sukrosa dan konsentrasi asam sitrat tidak berpengaruh nyata terhadap aroma. Ini menunjukkan bahwa perubahan yang terjadi pada sukrosa dan asam sitrat selama proses dengan *mollen dryer* tidak memberikan efek terhadap aroma mikrokrystal ekstrak tape singkong. Aroma mikrokrystal ekstrak tape singkong disebabkan oleh senyawa-senyawa yang berasal dari ekstrak tape singkong dan senyawa-senyawa ini tidak terpengaruh oleh variasi konsentrasi sukrosa dan asam sitrat.

Menurut Yeo dan Shibamoto (1991), Reaksi *Maillard* merupakan reaksi antara gula dan asam-asam amino pada suhu tinggi menghasilkan produk berwarna coklat yang dapat mempengaruhi warna dan aroma bahan makanan. Menurut Winarno (1984), produk berwarna coklat tersebut adalah melanoidin. Hasil analisis ragam menunjukkan, semua perlakuan tidak berbeda nyata sehingga reaksi *Maillard* tidak memberikan pengaruh terhadap aroma tetapi memberikan pengaruh terhadap warna. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh kecilnya konsentrasi protein dalam ekstrak tape singkong sehingga hasil reaksinya tidak cukup mampu untuk mempengaruhi aroma. Konsentrasi protein dalam tape singkong adalah 0,5 % (Departemen Kesehatan RI, 1992).

Rasa

Rasa merupakan faktor yang penting dalam mengambil keputusan akhir konsumen untuk menerima atau menolak suatu makanan walaupun warna, aroma, dan tekstur baik namun jika rasanya tidak enak maka konsumen akan menolak makanan tersebut.

Berdasarkan analisis keragaman menunjukkan bahwa interaksi konsentrasi sukrosa dan konsentrasi asam sitrat berpengaruh nyata terhadap nilai rasa. Tabel 3 menunjukkan rasa mikrokrystal ekstrak tape singkong. Terjadinya peningkatan kesukaan terhadap rasa dari perlakuan a1b2 (konsentrasi sukrosa 40 % dan konsentrasi asam sitrat 1,5 %) sebesar 1,85 sampai perlakuan a3b2 (konsentrasi sukrosa 60 % dan konsentrasi asam sitrat 1,5 %) sebesar 1,18. Semakin banyak penambahan sukrosa pada konsentrasi asam sitrat 1,5 % cenderung semakin disukai. Akan tetapi semakin banyak penambahan sukrosa pada konsentrasi asam sitrat 1 % dan 2 % nilai penerimaan kesukaan cenderung menurun. Penambahan konsentrasi sukrosa 40 % dan konsentrasi asam sitrat 1,5 %

memberikan peningkatan penerimaan panelis terhadap rasa mikrokrystal tape singkong.

Penampakan

Penampakan suatu produk merupakan faktor yang penting dari suatu produk makanan selain warna, rasa, dan aroma. Penampakan dapat ditinjau dari berbagai hal misalnya warna, bentuk, dan lain-lain yang pada umumnya dinilai oleh panca indera terutama penglihatan.

Berdasarkan analisis keragaman menunjukkan bahwa interaksi konsentrasi sukrosa dan konsentrasi asam sitrat berpengaruh nyata terhadap nilai penampakan. Tabel 3 menunjukkan hasil uji penampakan mikrokrystal ekstrak tape singkong. Penampakan yang paling disukai adalah perlakuan a1b1 pada konsentrasi sukrosa 40 % dan konsentrasi asam sitrat 1 % dengan nilai rata-rata 1,61. Nilai penampakan terendah adalah pada perlakuan a2b3 pada konsentrasi sukrosa 50 % dan konsentrasi asam sitrat 2 % dengan nilai rata-rata 2,21 yaitu pada taraf masih disukai.

Penambahan sukrosa yang tinggi akan mempercepat terbentuknya butiran-butiran halus kristal yang lebih seragam sedangkan penambahan asam sitrat yang tinggi cenderung memberikan warna yang lebih cerah. Pencampuran dan cara pengolahan yang lebih baik juga ditandai dengan adanya warna yang seragam dan merata sehingga memberikan efek penerimaan terhadap penampakan yang lebih disukai.

Secara keseluruhan, berdasarkan hasil uji organoleptik mikrokrystal ekstrak tape singkong menunjukkan bahwa perlakuan a1b2 pada konsentrasi sukrosa 40 % dan konsentrasi asam sitrat 1,5 % dengan nilai rata-rata 1,70 paling disukai. Peningkatan konsentrasi sukrosa dan asam sitrat belum memberikan kesukaan yang lebih baik berdasarkan parameter organoleptik. Pada perlakuan a1b2, komposisi kimia dan interaksi komponen penyebab rasa menghasilkan rasa mikrokrystal ekstrak tape singkong yang paling disukai yaitu rasa khas tape.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. Lama fermentasi tape singkong yang terbaik adalah 7 hari dengan kandungan gula total 22,01 % dan etil asetat 9,50 %.
2. Perlakuan konsentrasi sukrosa dan asam sitrat serta interaksi keduanya berpengaruh nyata terhadap kadar air, gula total, kelarutan, dan uji organoleptik kecuali terhadap aroma.

3. Hasil terbaik berdasarkan uji organoleptik produk ko-kristalisasi adalah pada perlakuan konsentrasi sukrosa 40 % dan konsentrasi asam sitrat 1,5 % dengan kadar air 2,14 %, gula total 56,05 %, dan kelarutan 26,84 %.

SARAN

Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang daya simpan produk ko-kristalisasi ekstrak tape singkong dan perubahan mutu yang terjadi selama penyimpanan.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. (1995). *Official Method of Analysis of The AOAC*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemist, Washington DC.
- Buckle, K. A., Edwards, R. A., Fleet, G. H. dan Wootton, M. (1987). *Ilmu Pangan*. Terjemahan H. Purnomo. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Cronk, T. C., Mattick, L. R., Steinkraus, K. H. dan Hackler, L. R. (1977). Indonesian Tape Ketan Fermentation. *Applied and Environmental Microbiology*. 33:1967-1073
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (1992). *Daftar Komposisi Bahan Makanan*. Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- Fardiaz, S. (1987). *Mikrobiologi Pangan I*. IPB, Bogor.
- Harjadi, W. (1990). *Ilmu Kimia Analitik Dasar*. Gramedia, Jakarta.
- Hesseltine, C. W. (1979). "Microorganism Involved in Food Fermentation in Tropical Asia". *Proceeding Inter, Symp On Micro Aspect of Food Storage Process and Fermentation in Tropical Asia*, Bogor.
- Jackson and Lee, K. (1991). "Microencapsulation in The Food Industry". *Lebensm. -Wiss. U. Technol.* 24: 289-297
- Lehninger. (1994). *Dasar-dasar Biokimia*. Terjemahan M. Thenawijaya. Airlangga, Jakarta.
- Soedarsono. (1972). *Ilmu Pengetahuan Bahan Umbi-umbian*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Soekarto, S. T. (1985). *Penilaian Organoleptik*. Bharathara Karya Aksara, Jakarta.
- Syarief, R., Santausa, S. dan Budiwati, S. I. (1989). *Teknologi Pengemasan Pangan*. PAU Pangan dan Gizi IPB, Bogor.
- Winarno, F. G. (1984). *Pengolahan Teknologi Pangan*. Gramedia, Jakarta
- Winarno, F. G., Fardiaz, S. dan Daulay, D. (1973). *Indonesian Fermented Food*. IPB, Bogor.
- Yeo, H and Shibamoto, T. (1991). "Effect of Moisture Content on The Maillard Browning Model Systems Upon Microwave Irradiation". *J. Agric. Food Chem.*, 39: 1860 – 1862
- Yuwono, S.S. dan Susanto, T. (1998). *Pengujian Fisik Pangan*. Universitas Brawijaya, Malang.
- Ziderman, I. I., Gregorski, K.S., Lopez, S. V. and Friedman, M. (1989). "Thermal Interaction of Ascorbic Acid and Sodium Ascorbate with Protein in Relation to Nonenzymatic Browning and Maillard Reaction of Food". *J. Agric. Food Chem.*, 37: 1480 – 1486.