

PEMBUATAN SERBUK BUAH JERUK DENGAN METODE PENGERINGAN BUSA

S. Prasetyo, Agustini, dan Suharto^{*)}

Abstrak

Salah satu produk olahan buah jeruk segar adalah serbuk sari jeruk instan yang dapat diperoleh dengan metode pengeringan busa. Minyak kelapa, dekstrin dan tween 80 merupakan bahan aditif yang biasa ditambahkan pada pengeringan busa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimum pengeringan busa diperoleh pada konsentrasi dekstrin 10%; tween 80 0,5%; dan minyak kelapa 2% dengan nilai $N_c = 1,03 \times 10^{-4} \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, $h_c = 7,15 \times 10^{-3} \text{ kW}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, $k_y = 6,95 \times 10^{-3} \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, kadar air 0,13 % dan kadar vitamin C sebesar 92,89 mg/100 g sampel serta waktu pengeringan selama 4 jam. Konsentrasi dekstrin, tween 80 serta interaksinya berpengaruh secara signifikan terhadap pengeringan busa. Penambahan dekstrin akan memperlambat laju pengeringan sedangkan penambahan tween 80 dan minyak kelapa dapat mempercepat laju pengeringan.

Kata Kunci : Dekstrin; Minyak kelapa; Pengeringan busa; Sari jeruk instan; Tween 80

Pendahuluan

Menurut BPS (2002), jeruk (*Citrus sp.*) merupakan salah satu jenis buah-buahan yang paling banyak dikenal. Produksi buah jeruk sangat potensial di Indonesia. Pada tahun 2001, produksi tanaman jeruk di Indonesia mencapai 691.433 ton. Menurut AAK (1994), jeruk termasuk kelompok buah yang memiliki nilai ekonomis penting karena dapat meningkatkan pendapatan petani dan mempunyai kandungan gizi yang tinggi, terutama vitamin C dan vitamin A.

Salah satu produk minuman buah jeruk yaitu sari buah jeruk yang memiliki beberapa kelemahan, diantaranya mudah menjadi rusak bila disimpan dalam jangka waktu lama pada kondisi ruang serta tidak praktis dalam pengemasan dan transportasi karena membutuhkan kemasan dengan volume yang lebih besar (Caballerc dkk, 2003).

Untuk menanggulangi hal ini, buah jeruk segar dapat diolah menjadi produk awetan yang dapat disimpan dalam jangka waktu lama serta praktis dalam penyimpanan dan pengangkutan. Berbagai metode telah diterapkan dalam pengawetan sari buah dan yang potensial untuk dikembangkan adalah metode pengeringan busa dan *spray drying*. Metode *spray drying* lebih sesuai diterapkan dalam dunia industri karena membutuhkan peralatan dan biaya operasi yang mahal. Dalam penelitian ini metode yang dipilih adalah pengeringan busa menggunakan pengering kabinet karena metode ini memiliki beberapa keunggulan, yaitu : prosedur kerjanya yang cukup sederhana, tidak membutuhkan biaya dan peralatan yang cukup mahal, dan dapat diterapkan dalam industri rumah tangga atau skala kecil.

Mekanisme pengeringan

Pada pengeringan, tahap penyesuaian (*initial adjustment*) terjadi pada saat awal pengeringan dan biasanya berlangsung sangat cepat. Oleh sebab itu, tahap penyesuaian ini sering diabaikan dalam penentuan waktu pengeringan. Pada saat awal pengeringan, bahan yang akan dikeringkan biasanya mempunyai temperatur yang lebih rendah dibandingkan dengan temperatur bola basah gas pengering. Seiring dengan meningkatnya temperatur permukaan bahan, laju penguapan juga akan meningkat. Jika temperatur permukaan bahan pada awal pengeringan lebih tinggi dibandingkan dengan temperatur penguapan, laju penguapan akan menurun seiring dengan penurunan temperatur permukaan bahan.

Pada periode laju pengeringan konstan, air yang diuapkan merupakan air bebas yang terdapat pada bagian permukaan bahan. Pada periode laju pengeringan menurun, air yang diuapkan adalah air yang terikat secara fisik. Pada periode ini, laju penguapan air semakin lambat hingga laju penguapan air menurun dengan cepat hingga mencapai kadar air kesetimbangan. Hal ini disebabkan karena air yang tersisa merupakan air yang terikat secara kimia dengan bahan. Air terikat ini tidak dapat diuapkan kecuali dengan menggunakan udara yang benar-benar kering, memperluas permukaan pengeringan, atau dengan penambahan zat pengikat. (Geankoplis, 1993; Treybal, 1980)

Metode pengeringan busa

Metode pengeringan busa menggunakan prinsip perubahan bahan yang akan dikeringkan menjadi bentuk busa yang stabil dengan penambahan sedikit

^{*)} Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri
Universitas Katolik Parahyangan Bandung
E-mail: susiana@home.unpar.ac.id

penstabil busa. Bahan yang akan dikeringkan umumnya berupa pasta atau cairan. Untuk dapat membentuk busa selain dengan penambahan sedikit penstabil busa, bahan juga harus mempunyai konsistensi yang cukup tinggi dan kemampuan untuk membentuk lapisan tipis. Tingginya konsistensi dapat dicapai dengan penambahan padatan tidak larut atau koloid hidrofilik yang dapat menambah konsentrasi sebelum pengeringan. Kemampuan untuk membentuk lapisan tipis merupakan fungsi dari viskositas permukaan. Kemampuan membentuk lapisan tipis dipengaruhi oleh adanya padatan yang pada dasarnya sudah terdapat dalam bahan. Selain itu dipengaruhi juga oleh penambahan komponen pembentuk lapisan tipis seperti gliseril monostearat, protein kacang kedelai terlarut, propilen glikol monostearat, dan sukrosa palmitat. (Arsdel dkk, 1964; Othmer, 1994; Wade dkk, 1994)

Parameter densitas busa yang sangat sesuai untuk digunakan dalam metode ini adalah 0,1-0,6 g/mL. Gelembung busa yang semakin kecil dan seragam akan membuat proses pengeringan semakin cepat dan sempurna. Busa yang timbul dalam proses pengeringan ini harus stabil artinya tidak berubah strukturnya selama pengeringan. Busa ini terbentuk dari dispersi gas dalam cairan (King, 1980 ; Othmer, 1994).

Waktu dan temperatur pengeringan berbeda-beda untuk setiap jenis bahan yang dikeringkan dan produk yang dihasilkan. Untuk sari buah dapat digunakan temperatur pengeringan 60-70°C selama 90 menit. Produk yang diperoleh berupa serbuk dengan kelembaban akhir 7,2%. Densitas produk yang dihasilkan cukup rendah karena terperangkapnya gelembung gas dalam produk (King, 1980 ; Othmer, 1994).

Pengering yang banyak digunakan dalam metode pengeringan busa adalah pengering belt kontinu (*continuous belt dryer*) atau pengering kabinet kontinu (*continuous kabinet dryer*). Pengering kabinet termasuk dalam jenis pengering kontinu langsung. Pengering ini menyerupai sebuah ruangan atau kompartemen yang terbuat dari logam

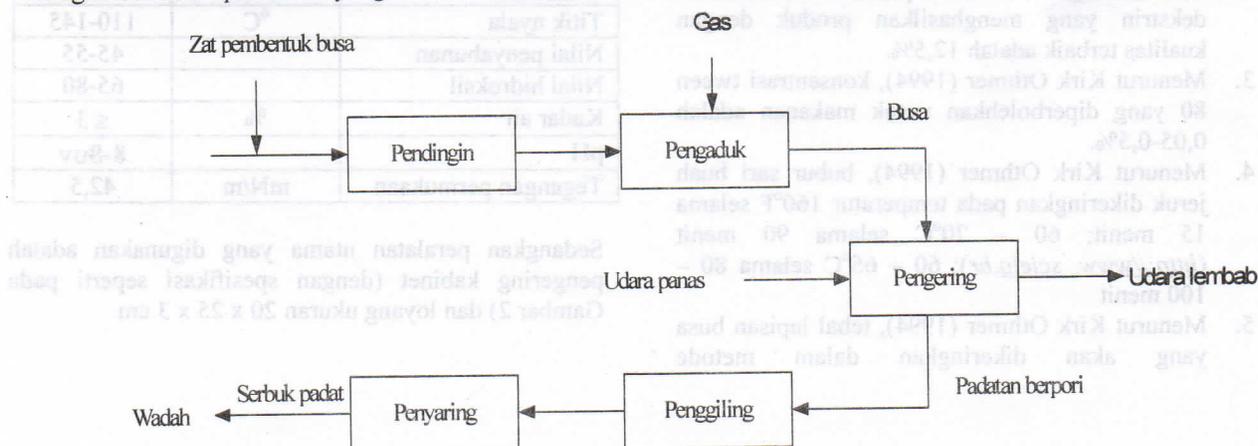
dilapisi oleh bahan insulator. Kompartemen ini mempunyai aliran masuk dan keluaran udara pengeringan. Udara dapat mengalir secara berlawanan arah atau searah. Kadang-kadang kompartemen ini juga dilengkapi dengan *blower* dan *baffle*. *Blower* berfungsi untuk menarik udara sedangkan *baffle* untuk mempermudah sirkulasi dan distribusi udara. Bahan yang akan dikeringkan diletakkan dalam *tray* dan diratakan kemudian *tray* tersebut dimasukkan ke dalam pengering dengan temperatur tertentu (King, 1980 ; Othmer, 1994).

Gelembung busa yang semakin kecil dan seragam akan membuat proses pengeringan semakin cepat dan sempurna. Busa yang timbul dalam proses pengeringan ini harus stabil artinya tidak berubah strukturnya selama pengeringan. Mekanisme pengeringan busa disajikan pada Gambar 1 (King, 1980).

Pengering kabinet

Pengering kabinet merupakan pengering *tray* tipe *batch* konveksi udara kontinu langsung dan adiabatik. Pengering kabinet dapat digunakan untuk mengeringkan hampir semua jenis umpan dari cairan dan *slurry* hingga bentuk butiran, gumpalan, dan padatan. Alat pengering kabinet terdiri atas ruangan/lemari tempat bahan baku yang akan dikeringkan. Ruang pengering menyerupai sebuah ruangan atau kompartemen yang terbuat dari logam dilapisi oleh bahan insulator. Kompartemen ini mempunyai aliran masuk dan keluaran udara pengeringan.

Bahan yang akan dikeringkan diletakkan dalam *tray*/baki yang dapat disusun pada kereta untuk mempermudah penanganannya. *Tray* yang digunakan mempunyai kedalaman sekitar 2-6 cm. Bahan yang akan dikeringkan diletakkan dalam bentuk lapisan tipis di dalam *tray*. Jika alat pengering kabinet berada dalam ukuran kecil-kecil, *tray-tray* tersebut dapat disusun di atas penyangga dalam ruang pengering. *Tray* juga dapat disusun dalam rak jika pengeringan dilakukan pada skala besar (Othmer, 1994; Desrosier, 1988; Fellows, 1990; <http://www.process-heating.com>)



Gambar 1. Skema mekanisme pengeringan busa [Sumber : King, 1980]

Media pengering berupa udara panas diperoleh dari kipas angin dengan cara dihembuskan melalui suatu pemanas. Pemanas yang digunakan biasanya berupa koil uap bersirip. Udara panas yang dihasilkan dari koil uap bersirip selanjutnya akan menembus tray pengering yang berisi bahan yang akan dikeringkan. Udara dapat mengalir secara berlawanan arah atau searah. Udara dalam pengering kabinet mengalir dengan kecepatan 0,5-5 m/s per m² luas tray. Sistem saluran dan digunakan untuk mengarahkan udara panas melalui atau melewati setiap tray untuk meningkatkan keseragaman distribusi udara. Pemanas tambahan dapat diletakkan di bagian atas atau sekitar tray untuk meningkatkan laju pengeringan (Desrosier, 1988; Fellows, 1990)

Alat pengering kabinet dapat digunakan untuk industri skala kecil (1-20 ton/hari) atau untuk skala pilot. Dibandingkan dengan alat pengering lain (*spray dryer*, pengering tungku, pengering terowongan, pengering berputar, dan lain-lain), pengering kabinet lebih murah, mudah, dan sangat luwes dalam penggunaan serta perawatannya. Pengering kabinet membutuhkan banyak perhatian dan kontrol serta menghasilkan produk dengan kualitas yang berbeda-beda. Pengering kabinet umumnya digunakan untuk meneliti pengeringan sayuran dan buah-buahan dalam laboratorium (Treybal, 1980).

Kondisi yang mendasari penelitian

Beberapa kondisi yang mendasari penelitian ini antara lain :

1. Kadar air 7,2% (Soares dkk); menurut Sarwono B. (1986) kadar akhir sari buah instan adalah kurang dari 8%; kurang dari 6% (<http://www.fao.org>); dan menurut SNI (1995), kadar air maksimum akhir sari buah jeruk instan adalah 0,5%.
2. Menurut Suryanto dkk, dekstrin yang digunakan dalam metode pengeringan busa berfungsi untuk mempercepat laju pengeringan dengan cara mengikat busa, mencegah kerusakan akibat panas, melapisi komponen flavor (senyawa aromatik), dan meningkatkan total padatan. Konsentrasi dekstrin yang menghasilkan produk dengan kualitas terbaik adalah 12,5%.
3. Menurut Kirk Othmer (1994), konsentrasi tween 80 yang diperbolehkan untuk makanan adalah 0,05-0,5%.
4. Menurut Kirk Othmer (1994), bubur sari buah jeruk dikeringkan pada temperatur 160°F selama 15 menit; 60 – 70°C selama 90 menit (<http://www.scielo.br>); 60 – 65°C selama 80 – 100 menit
5. Menurut Kirk Othmer (1994), tebal lapisan busa yang akan dikeringkan dalam metode

pengeringan busa adalah 0,125 inci atau 3,175 mm; 4 mm (<http://www.iitkgp.ernet.in>).

Metode Penelitian

Bahan dan peralatan

Bahan baku penelitian ini adalah :

1. Jeruk manis (*Citrus aurantium L*),
2. Dekstrin (C₆H₁₀O₅)_n dengan spesifikasi seperti yang disajikan pada Tabel 1,
3. Tween 80 (*polyoxyethylene sorbitan monooleate* atau *polysorbate 80*) dengan spesifikasi seperti yang disajikan di Tabel 2,
4. Minyak kelapa serta
5. Bahan untuk analisis yang meliputi :
 - a. Natrium bikarbonat
 - b. Zat warna 2,6 Diklorofenol Indofenol
 - c. Asam askorbat
 - d. Larutan HPO₃ 3%
 - e. Larutan HCl 6,34 N
 - f. Larutan NaOH 6,34 N
 - g. Indikator Metil Biru
 - h. Indikator PP
 - i. Larutan Fehling A dan Fehling B

Tabel 1. Sifat dan komposisi dekstrin

Sifat-sifat	Satuan	Nilai
Densitas	g/cm ³	1,45
Titik lebur	°C	178
Kandungan air	% w/w	5
Klorida	%	≤ 0,2
Abu	%	≤ 0,5
Arsen	ppm	≤ 3
Logam Berat	ppm	≤ 40
Protein	%	≤ 0,5

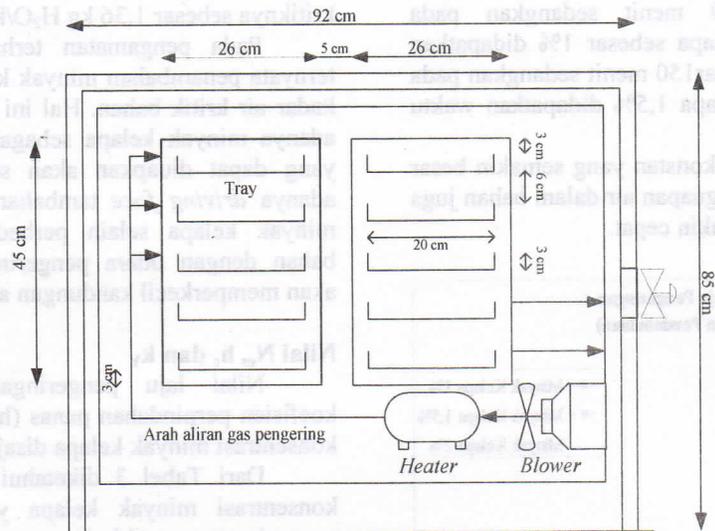
Tabel 2. Sifat dan komposisi tween 80

Sifat-sifat	Satuan	Nilai
Nilai asam		≤ 2,2
Spesific gravity		1,06-1,09
Viskositas	mPa.s	300-500
Titik nyala	°C	110-145
Nilai penyabunan		45-55
Nilai hidroksil		65-80
Kadar air	%	≤ 3
pH		8-9,0v
Tegangan permukaan	mN/m	42,5

Sedangkan peralatan utama yang digunakan adalah pengering kabinet (dengan spesifikasi seperti pada Gambar 2) dan loyang ukuran 20 x 25 x 3 cm.



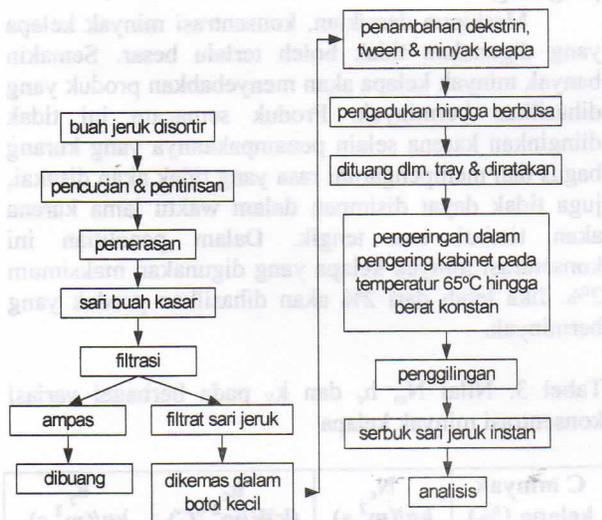
Gambar 1. Skema mekanisme pengeringan busa (Sumber: Kirk, 1986)



Gambar 2. Spesifikasi pengering kabinet yang digunakan

Prosedur penelitian

Penelitian ini terdiri dari dua tahap, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Diagram alir lengkap penelitian disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Prosedur Penelitian

Penelitian pendahuluan bertujuan untuk menentukan konsentrasi minyak kelapa yang optimum dalam pengeringan busa terhadap pembuatan sari buah jeruk instan dengan bervariasi konsentrasi minyak kelapa yaitu 1%; 1,5%; dan 2% dengan enam kali tempuhan. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian pendahuluan adalah rancangan percobaan faktorial tunggal. Untuk mengetahui besarnya konsentrasi minyak kelapa yang optimum dalam pengeringan busa dapat dilihat dari harga koefisien perpindahan panas (h_c) dan koefisien perpindahan massa (k_V) dimana sebelumnya perlu dilakukan

pembuatan grafik dengan mengalurkan kadar air terhadap waktu yang kemudian dibuat kurva laju pengeringannya.

Penelitian dilanjutkan dengan penelitian utama untuk menentukan konsentrasi dekstrin (10%; 12,5%; 20%) dan tween 80 (0,05%; 0,1%; 0,5%) yang dapat mengoptimalkan pengeringan busa pada konsentrasi minyak kelapa optimum yang telah didapatkan pada penelitian sebelumnya.

Analisis dilakukan pada bahan baku dan produk sari jeruk instan yang dihasilkan meliputi analisis kadar air, kadar gula total, kadar padatan tidak larut dan vitamin C. Selain itu juga dilakukan analisis organoleptik meliputi warna, bau dan rasa pada produk yang dihasilkan.

Hasil Penelitian

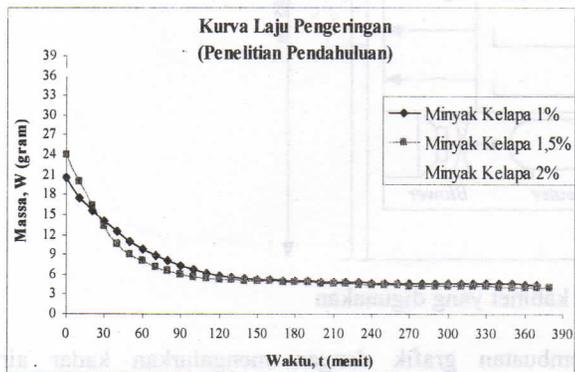
1. Pengaruh Minyak Kelapa

Kurva laju pengeringan dan karakteristik pengeringan

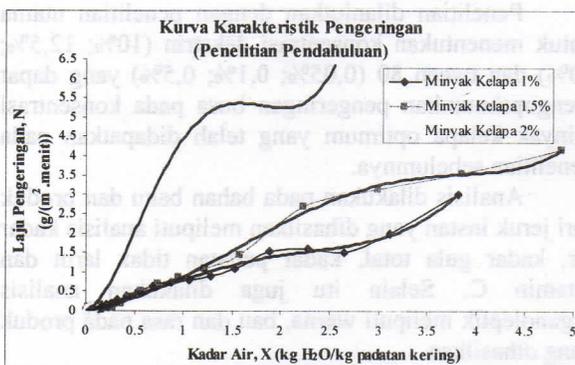
Kurva laju pengeringan dan kurva karakteristik pengeringan disajikan pada Gambar 4 dan Gambar 5. Dari Gambar 4 terlihat bahwa laju pengeringan konstan terbesar diperoleh pada konsentrasi minyak kelapa yang terbesar pula, yakni 2%. Hal ini dapat diketahui dari besarnya gradien kurva yang menggambarkan besarnya penurunan massa bahan per satuan waktu. Pada pengeringan busa, minyak kelapa dapat berfungsi sebagai penghantar panas. Dalam proses pengeringan, panas dari gas pengering akan dihantarkan terlebih dahulu ke bagian permukaan bahan oleh minyak kelapa. Semakin banyak minyak kelapa, panas akan semakin cepat dihantarkan ke bagian permukaan sehingga penguapan akan berlangsung semakin cepat. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5, dimana penambahan minyak kelapa dapat mempersingkat waktu pengeringan dan memperbesar laju pengeringan dengan cukup *significant*. Pada

penambahan minyak kelapa sebesar 2 % didapatkan waktu pengeringan 90 menit sedangkan pada penambahan minyak kelapa sebesar 1% didapatkan waktu pengeringan sebesar 150 menit sedangkan pada penambahan minyak kelapa 1,5% didapatkan waktu pengeringan 180 menit.

Laju pengeringan konstan yang semakin besar menunjukkan bahwa penguapan air dalam bahan juga berlangsung dengan semakin cepat.



Gambar 4 Kurva Laju Pengeringan



Gambar 5 Kurva Karakteristik Pengeringan

Kurva karakteristik pengeringan spesifik untuk setiap bahan. Dari kurva karakteristik pengeringan ini dapat ditentukan besarnya nilai koefisien perpindahan panas (h_c) dan koefisien perpindahan massa (k_Y).

Dari Gambar 5 dapat diketahui periode pengeringan konstan untuk konsentrasi minyak kelapa sebesar 1% mulai terjadi pada saat proses pengeringan telah berlangsung selama 20 menit. Periode konstan ini akan berakhir pada menit ke-50 dan langsung diikuti oleh periode pengeringan menurun dengan kandungan air kritik (X_c) sebesar 1,53 kg H₂O/kg padatan kering.

Untuk minyak kelapa 1,5%; periode konstan mulai terjadi pada saat pengeringan berlangsung selama 10 menit dan akan berakhir pada menit ke-30 dengan kadar air kritik sebesar 2,22 kg H₂O/kg padatan kering.

Periode pengeringan konstan untuk minyak kelapa 2% mulai terjadi pada saat proses pengeringan berjalan selama 10 menit. Periode konstan ini berlangsung selama 10 menit juga dan langsung

diikuti oleh periode menurun dengan kandungan air kritiknya sebesar 1,36 kg H₂O/kg padatan kering.

Pada pengamatan terhadap kadar air kritik, ternyata penambahan minyak kelapa akan menurunkan kadar air kritik bahan. Hal ini dapat dijelaskan bahwa adanya minyak kelapa sebagai penghantar panas, air yang dapat diuapkan akan semakin banyak karena adanya *driving force* tambahan yang diberikan oleh minyak kelapa selain perbedaan temperatur antara bahan dengan udara pengering yang pada akhirnya akan memperkecil kandungan air kritik pada bahan.

Nilai N_c , h_c dan k_Y

Nilai laju pengeringan konstan (N_c) dan koefisien perpindahan panas (h_c) pada berbagai variasi konsentrasi minyak kelapa disajikan pada Tabel 3.

Dari Tabel 3 diketahui bahwa semakin besar konsentrasi minyak kelapa yang digunakan dalam pengeringan, semakin besar pula nilai N_c , h_c , dan k_Y . Hal ini disebabkan minyak kelapa dapat menghantarkan panas dari gas pengering kepada bahan yang dikeringkan. Semakin banyak minyak kelapa, semakin cepat pula panas dihantarkan. Dengan demikian panas yang dihantarkan juga semakin banyak sehingga laju penguapan air akan bertambah cepat dan semakin banyak pula air yang dapat diuapkan oleh gas pengering.

Meskipun demikian, konsentrasi minyak kelapa yang digunakan tidak boleh terlalu besar. Semakin banyak minyak kelapa akan menyebabkan produk yang dihasilkan berminyak. Produk semacam ini tidak diinginkan karena selain penampakannya yang kurang bagus dan mempengaruhi rasa yang tidak akan disukai, juga tidak dapat disimpan dalam waktu lama karena akan timbul bau tengik. Dalam penelitian ini konsentrasi minyak kelapa yang digunakan maksimum 2%. Jika lebih dari 2% akan dihasilkan produk yang berminyak.

Tabel 3. Nilai N_c , h_c dan k_Y pada berbagai variasi konsentrasi minyak kelapa

C minyak kelapa (%)	N_c kg/(m ² .s)	h_c (kW/m ² .°C)	k_Y kg/(m ² .s)
0	9.08E-09	5.68E-09	5.01E-09
1	2.45E-05	1.70E-03	1.66E-03
1,5	5.51E-05	3.83E-03	3.73E-03
2	8.79E-05	6.11E-03	5.94E-03

Kadar vitamin C

Penambahan minyak kelapa dalam proses pengeringan tidak memberikan pengaruh terhadap kadar vitamin C. Kadar vitamin C dalam penelitian pendahuluan cenderung konstan (yaitu 92.89 mg/100 mL) pada variasi konsentrasi minyak kelapa dimana kadar vitamin C sari buah jeruk sebelum dikeringkan adalah 260,2 mg (basis kering). Proses pengeringan menyebabkan hilangnya kadar vitamin C dalam bahan. Vitamin C tidak tahan temperatur tinggi, sehingga

proses pengeringan menyebabkan menurunnya kandungan vitamin C dalam produk.

Mutu sari buah jeruk instan yang baik menurut SNI 01-3722-1995 adalah mempunyai kadar vitamin C minimal 300 mg/100 g sampel. Kekurangan vitamin C dalam produk dapat diatasi dengan cara menambah asam askorbat ke dalamnya hingga mencapai standar yang telah ditentukan oleh SNI.

Perbandingan produk dengan SNI

Perbandingan mutu produk dengan SNI disajikan pada Tabel 4. Terlihat bahwa mutu produk dengan penambahan minyak kelapa memenuhi persyaratan SNI, kecuali untuk gula total dan vitamin C. Hal ini dapat dijelaskan bahwa pada penelitian ini tidak dilakukan penambahan gula sehingga untuk memenuhi standar kadar gula total dapat ditambahkan gula. Untuk kadar vitamin C juga perlu dilakukan penambahan asam askorbat setelah proses pengeringan, mengingat vitamin C sangat peka terhadap temperatur.

Tabel 4 Perbandingan produk dengan standar mutu SNI

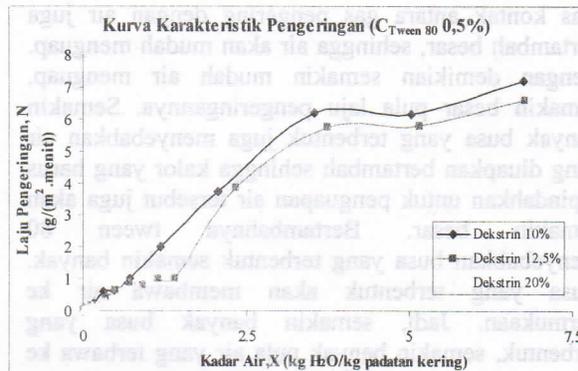
Kriteria Uji	Satuan	SNI	Produk
Kadar air	% (b/b)	maks 0,5	0,19-0,40
Padatan tidak larut	% (b/b)	maks 0,1	0,04-0,055
Gula total	% (b/b)	min 78	43,36-44,17
Vitamin C	mg/100 g	min 300	92,89

2. Pengaruh Dekstrin dan Tween 80 Kurva karakteristik pengeringan

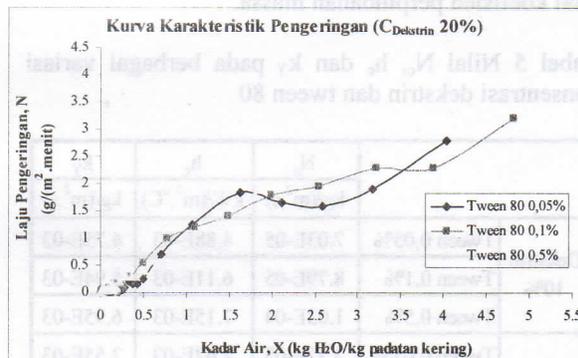
Kurva karakteristik pengeringan pada konsentrasi tween 80 dan dekstrin konstan disajikan pada Gambar 6 dan Gambar 7. Dari kedua grafik tersebut dapat diketahui penambahan dekstrin akan menurunkan laju pengeringan dan semakin besar konsentrasi tween 80, semakin besar pula laju pengeringan.

Pada dasarnya penambahan dekstrin dalam pengeringan busa adalah dengan tujuan untuk menstabilkan busa. Semakin stabil busa tentunya akan menyebabkan laju penguapan semakin cepat. Demikian juga terlihat bahwa penambahan tween 80 menyebabkan peningkatan laju pengeringan konstan dan koefisien perpindahan panas. Hal ini disebabkan tween 80 yang berfungsi sebagai *emulsifier* juga dapat memperbanyak terbentuknya busa. *Emulsifier* berfungsi untuk menurunkan tegangan permukaan antara dua fasa. Dengan menurunnya tegangan permukaan ini, udara (gas) terdispersi ke dalam larutan sehingga dapat terbentuk busa. Semakin banyak busa yang terbentuk, berarti luas kontak antara gas pengering dengan air juga bertambah besar, sehingga air akan mudah menguap. Dengan demikian semakin mudah air menguap, semakin besar pula laju pengeringannya. Semakin banyak

busa yang terbentuk juga menyebabkan air yang diuapkan bertambah sehingga kalor yang harus dipindahkan untuk penguapan air tersebut juga akan semakin besar.



Gambar 6 Kurva Karakteristik pada C_{Tween 80} Konstan



Gambar 7 Kurva Karakteristik pada C_{Dekstrin} Konstan

Nilai N_c, h_c dan k_y

Pengaruh dekstrin dan tween 80 dalam terhadap N_c, h_c dan k_y dapat dilihat pada Tabel 5. Dari Tabel 5 diketahui bahwa nilai N_c, h_c dan k_y semakin kecil seiring dengan penambahan dekstrin. Hal ini dapat disebabkan penambahan dekstrin yang terlalu banyak menyebabkan terjadinya migrasi zat padat terlalu ke permukaan bahan (*case hardening*). Akibat dari adanya migrasi, permukaan bahan akan tertutupi oleh zat padat sehingga luas kontak antara gas pengering dengan air semakin mengecil. Semakin kecil luas kontak, semakin susah air menguap, dan semakin kecil pula laju pengeringan. *Case hardening* dapat menghambat proses perpindahan kalor dari gas pengering ke bahan karena daerah kontak antara gas pengering dengan air telah ditutupi oleh zat padat terlarut sehingga semakin sedikit panas yang dipindahkan dan semakin sedikit pula air yang menguap. Selain itu juga dapat disebabkan oleh pengaruh tween 80 yang lebih dominan dalam pengeringan busa dibandingkan pengaruh penambahan dekstrin.

Penambahan tween 80 menyebabkan peningkatan laju pengeringan konstan, koefisien perpindahan panas, dan koefisien perpindahan massa. Hal ini disebabkan tween 80 yang berfungsi sebagai *emulsifier* juga dapat memperbanyak terbentuknya

busa. *Emulsifier* berfungsi untuk menurunkan tegangan permukaan antara dua fasa. Dengan menurunnya tegangan permukaan ini, udara (gas) terdispersi ke dalam larutan sehingga dapat terbentuk busa. Semakin banyak busa yang terbentuk, berarti luas kontak antara gas pengering dengan air juga bertambah besar, sehingga air akan mudah menguap. Dengan demikian semakin mudah air menguap, semakin besar pula laju pengeringannya. Semakin banyak busa yang terbentuk juga menyebabkan air yang diuapkan bertambah sehingga kalor yang harus dipindahkan untuk penguapan air tersebut juga akan semakin besar. Bertambahnya tween 80 menyebabkan busa yang terbentuk semakin banyak. Busa yang terbentuk akan membawa air ke permukaan. Jadi, semakin banyak busa yang terbentuk, semakin banyak pula air yang terbawa ke permukaan sehingga air yang dapat diuapkan juga bertambah. Dengan demikian dapat meningkatkan nilai koefisien perpindahan massa.

Tabel 5 Nilai N_c , h_c dan k_Y pada berbagai variasi konsentrasi dekstrin dan tween 80

		N_c	h_c	k_Y
		kg/(m ² .s)	kW/(m ² .°C)	kg/(m ² .s)
Dekstrin 10%	Tween 0,05%	7.03E-05	4.88E-03	4.75E-03
	Tween 0,1%	8.79E-05	6.11E-03	5.94E-03
	Tween 0,5%	1.03E-04	7.15E-03	6.95E-03
Dekstrin 12,5%	Tween 0,05%	3.77E-05	2.62E-03	2.55E-03
	Tween 0,1%	8.67E-05	6.02E-03	5.86E-03
	Tween 0,5%	9.65E-05	6.70E-03	6.52E-03
Dekstrin 20%	Tween 0,05%	2.92E-05	2.03E-03	1.97E-03
	Tween 0,1%	3.83E-05	2.66E-03	2.59E-03
	Tween 0,5%	5.78E-05	4.01E-03	3.90E-03

Kadar vitamin C

Kadar vitamin C yang diperoleh pada tiap variasi konsentrasi dekstrin dan tween 80 cenderung konstan. Kadar vitamin C sari buah jeruk sebelum dikeringkan adalah 260,2 mg (basis kering) setelah mengalami pengeringan terjadi penurunan kadar vitamin C menjadi 92.39 mg.

Dari hasil analisis varian diketahui bahwa konsentrasi dekstrin, tween 80, dan interaksinya tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar vitamin C.

Analisis organoleptik

Selain analisis di atas juga dilakukan analisis organoleptik pada sampel sari buah jeruk instan yang telah diperoleh. Panelis yang digunakan berjumlah 30 orang. Dari hasil analisis organoleptik dapat disimpulkan bahwa sampel yang dihasilkan berwarna kuning, mempunyai rasa yang asam dengan aroma

sari buah instan yang biasa di pasaran (digunakan standar perbandingan Nutrisari).

Warna kuning sampel yang dihasilkan berbeda dengan warna sari buah jeruk yang digunakan. Sari buah jeruk yang digunakan cenderung berwarna jingga. Penurunan intensitas warna ini diduga berkaitan dengan pengaruh dari warna putih dekstrin yang ditambahkan. Semakin banyak dekstrin yang ditambahkan, warna produk akan semakin jauh dari warna aslinya.

Aroma sampel yang biasa diduga akibat adanya sebagian komponen aroma yang hilang selama pengeringan. Hal ini dapat diatasi dengan cara menambahkan *essence* jeruk atau cita rasa yang sesuai dengan produk ini. Rasa produk sari buah jeruk instan yang dihasilkan tidak mengalami perubahan jika dibandingkan dengan sari buah jeruk sebelum dikeringkan.

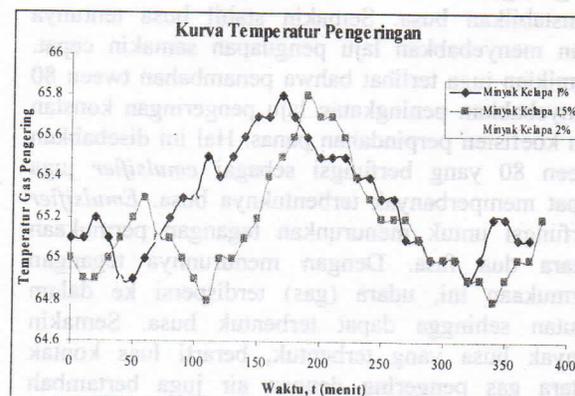
Dari hasil analisis varian untuk uji organoleptik didapatkan bahwa bahwa sari buah jeruk instan tidak berbeda nyata dengan sari buah jeruk awal dan sari buah jeruk instan merk nutrisari.

3. Kondisi pengeringan

Temperatur gas pengering

Temperatur gas pengering merupakan parameter yang berperan penting dalam pengeringan. Temperatur gas yang tidak konstan akan mempengaruhi laju pengeringan konstan. Selain itu, perubahan temperatur gas pengering juga akan berpengaruh terhadap harga koefisien perpindahan massa (k_Y) dan panas (h_c), serta waktu pengeringan. Temperatur gas pengering yang semakin tinggi akan menyebabkan laju penguapan semakin cepat sehingga nilai h_c dan k_Y juga akan bertambah besar, dan sebaliknya.

Kurva temperatur gas pengering setiap selang waktu tertentu dalam penelitian diwakili oleh penelitian pendahuluan. Dari Gambar 8 dapat disimpulkan bahwa temperatur gas selama pengeringan dapat dianggap konstan karena masih berada dalam rentang 65°C. Oleh sebab itu, pengeringan dapat dianggap berlangsung pada kondisi konstan.



Gambar 8 Temperatur Pengeringan

Laju alir gas pengering

Laju alir gas pengering yang digunakan adalah 12,3 m/s. Untuk mengetahui konstan tidaknya laju alir gas pengering selama proses pengeringan dapat diamati dari perubahan temperatur setiap selang waktu. Perubahan temperatur gas pengering tersebut dapat dilihat pada Gambar 8 dan laju alir gas dapat dianggap konstan.

Kelembaban gas pengering

Temperatur gas pengering yang digunakan selama penelitian selalu sama, yaitu 65°C. Oleh sebab itu kelembaban gas pengering selama penelitian adalah sama yaitu sebesar 0,0125 kg H₂O/kg udara kering. Semakin besar kelembaban gas pengering, semakin kecil laju penguapan sehingga nilai h_c dan k_Y juga semakin kecil.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Kondisi pengeringan busa yang optimum diperoleh pada konsentrasi dekstrin 10%; tween 80 0,5%; dan minyak kelapa 2% dengan waktu pengeringan adalah 4 jam.
2. Kadar air dan kadar vitamin C pada produk sari buah jeruk instan yang optimum masing-masing sebesar 0,13% dan 92,89 mg/100 g sampel.
3. Semakin besar konsentrasi tween 80 dan minyak kelapa, semakin besar nilai h_c dan k_Y .
4. Penambahan dekstrin akan menyebabkan nilai h_c dan k_Y semakin kecil.
5. Dari hasil analisis statistik diketahui bahwa konsentrasi dekstrin, tween 80, dan interaksinya berpengaruh secara signifikan terhadap nilai h_c dan k_Y .
6. Analisis organoleptik menunjukkan bahwa penambahan dekstrin dan tween 80 tidak mempengaruhi rasa pada produk yang dihasilkan, tetapi dapat mempengaruhi warna dan aroma produk.

Daftar Pustaka

AAK, (1994), "Budidaya Tanaman Jeruk", Kanisius, Jakarta, hlm. 1-36.

Anonim, (1990), "Juice Stabilization and Preservation", FAO Corporate Document Repository, <http://www.fao.org>.

Arsel, Van,W.B. and Copley,M.J., (1964), "Food Dehydration Product and Technology", Volume 2, Products and Technology, AVI Publishing Co., Westport, Conn.

Caballerc, Benjamin, Trugo,L.C., and Finglas,P.M., (2003), "Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition", Volume 3, 2nd Edition, Academic Press, United Kingdom, pp. 4312-4320.

Desrosier, Norman, W., (1988), "Food Preservation Technology", AVI Publishing Company, Inc., pp. 135-143.

Fellows, P., (1990), "Food Processing Technology Principles and Practice", Ellis Harwood Limited, Inc., Britain.

Geankoplis C.J., (1993), "Transport Processes and Unit Operations", edisi 3, Prentice-Hall International Inc., New Jersey, pp .709-737

King, Judson,C., (1980), "Separation Process", McGraw-Hill, Inc., New York.

Soares, Costa,E., Sergio,G., Oliveira, and Maia, G. A., (2001), "Dehydration of Acerola pulp (Malpighia emarginata D.C.) by Foam-Mat Drying Process", *Revista Ciência e Tecnologia* , Volume 2, pp. 21-26.

Othmer, K, (1994), "Encyclopedia of Chemical Technology", 4th Edition, John Wiley and Sons, Inc., Canada.

Standar Nasional Indonesia, (1995), "Serbuk Minuman Rasa Jeruk", Dewan Standardisasi Nasional, Jakarta, SNI No. 01-3722-1995.

Suryanto, Ribut, Kumalaningsih,S., dan Susanto,,T., "Pembuatan Bubuk Sari Buah Sirsak (Annona muricata L) dari Bahan Baku Pasta Dengan Metoda Foam-Mat Drying", *Master Skripsi*, Universitas Brawijaya, Malang.

Traup, Darren, A., (2001), "Cabinet Dryers", [http://www.process-eating.com/CDA/Article Information/Drying_Files_Item/0,3274,22069,00.html](http://www.process-eating.com/CDA/Article%20Information/Drying_Files_Item/0,3274,22069,00.html).

Treybal and Robert, E., (1980), "Mass Transfer Operations", edisi 3, McGraw-Hill, Inc., Singapore.

Wade, A. and Copley,P.J., (1994), "Handbook of Pharmaceutical Excipients", 2nd Edition, American Pharmaceutical Association, New York.