

Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi serta pergantian siang dan malam terdapat tanda-tanda bagi orang yang berakal. (Yaitu) orang-orang yang mengingat Allah dikala berdiri, duduk maupun berbaring serta memikirkan kejadian langit dan bumi, (seraya berkata) "Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau ciptakan semua ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau jauhkanlah kami dari siksa neraka"
(Q.S. Ali Imran : 190-191)

*.....sebuah karya kecil buat
mamah dan papah tercinta,
adik-adikku tersayang,
serta mbok nah*

Muti Arintawati. F24. 0245. Mempelajari Perubahan Fisika Dan Kimia Sari Buah Jeruk Siam (*C. nobilis* var. *microcarpa*) Dan Proses Pengurangan Rasa Pahit Dalam Pembuatan Konsentrat. Di bawah bimbingan Darwin Kadarisman dan Sunarmani.

RINGKASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh waktu evaporasi terhadap perubahan fisika dan kimia sari buah jeruk siam. Pada penelitian ini digunakan evaporator vakum pada suhu 40-45°C dengan tekanan 0.75 kp/cm². Volume sari buah digunakan pada basis 5000 ml. Selain itu juga dipelajari pengaruh penggunaan selulosa asetat dalam mengurangi rasa pahit dari sari buah jeruk yang disebabkan oleh limonin serta pengaruh penambahan gula dalam meningkatkan penerimaan terhadap rasa.

Evaporasi 5000 ml sari buah jeruk selama 30 menit dapat menghasilkan konsentrat dengan tingkat pengentalan 4.23, kadar air bahan 2.0655 g air per g bahan kering, viskositas 126.40 cp, total padatan terlarut 40.87°Brix dengan retensi vitamin C di atas 75 %.

Dengan uji pasangan dapat dilihat bahwa untuk jeruk siam garut rasa pahit sampel lebih rendah dibandingkan baku, nyata pada taraf 5% dengan konsentrasi selulosa



MEMPELAJARI PERUBAHAN FISIKA DAN KIMIA SARI BUAH JERUK SIAM
(*C. nobilis* var. *microcarpa*) DAN PROSES PENGURANGAN RASA PAHIT
DALAM PEMBUATAN KONSENTRAT

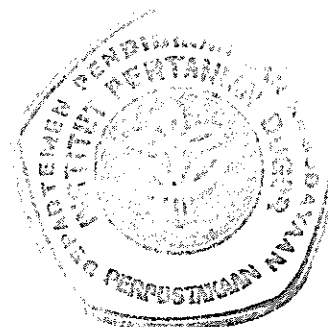
Oleh
MUTI ARINTAWATI
F24. 0245

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN
pada jurusan TEKNOLOGI PANGAN DAN GIZI,
Fakultas Teknologi Pertanian,
Institut Pertanian Bogor

1992

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR



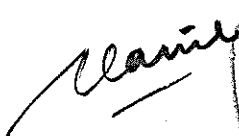
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

MEMPELAJARI PERUBAHAN FISIKA DAN KIMIA SARI BUAH JERUK SIAM
(*C. nobilis* var. *microcarpa*) DAN PROSES PENGURANGAN RASA PAHIT
DALAM PEMBUATAN KONSENTRAT


SKRIPSI
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN
pada jurusan TEKNOLOGI PANGAN DAN GIZI
Fakultas Teknologi Pertanian
Institut Pertanian Bogor

Oleh
Muti Arintawati
F24. 0245
Dilahirkan pada tanggal 28 Juli 1969
di Manokwari

Tanggal lulus : 4 Maret 1992
Disetujui.
Bogor. Mei 1992


Ir. Sunarmani, MS
Dosen Pembimbing II




Ir. Darwin Kadarisman, MS
Dosen Pembimbing I

5. Yang tercinta Mamah, Papah, adik-adik Mada, Ata, Ola dan Ary serta Mbok Nah atas segala doa, dorongan, bantuan dan pengertian yang tidak putus-putusnya diberikan selama ini
6. Djus, Ifah serta seluruh teman-teman yang telah memberikan bantuan serta dorongan selama penelitian sampai tulisan ini selesai disusun
7. Teknisi dan laboran di FTDC, PAU, AP4 dan Sub Balai Hortikultura Pasar Minggu serta Bu Ijah atas kerja sama yang selalu diberikan.

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang berlipat ganda.

Akhir kata, hanya Allah SWT pemilik kebenaran dan kesempurnaan. Dengan segala kekurangan yang ada, semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkannya.

Bogor, Maret 1992

Penulis

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Spesifikasi kerja Anhydro Laboratory Vacuum Evaporator	25
Tabel 2. Kandungan air bahan rata-rata pada beberapa waktu evaporasi	51
Tabel 3. Tingkat pengentalan rata-rata konsentrasi beberapa waktu evaporasi....	52
Tabel 4. Total asam konsentrat yang dihasilkan pada beberapa waktu evaporasi	57
Tabel 5. Total gula konsentrat yang dihasilkan pada beberapa waktu evaporasi	58
Tabel 6. Kandungan vitamin C konsentrat yang dihasilkan pada beberapa waktu evaporasi	59
Tabel 7. Nilai pH rata-rata pada beberapa waktu evaporasi	61
Tabel 8. Hasil uji pasangan pengaruh selulosa asetat dalam mengurangi rasa pahit sari buah jeruk	68

Halaman ini adalah bagian dari dokumen yang dihasilkan oleh sistem manajemen dan produksi konten IPB University. Untuk lebih jelasnya, silakan kunjungi alamat IPB University di www.ipb.ac.id.
 IPB University
 Institut Pertanian Bogor

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 1.	Bagian-bagian buah jeruk	7
Gambar 2.	Rumus bangun limonin	13
Gambar 3.	Limononic acid A-ring lactone	14
Gambar 4.	Skema alat Anhydro Laboratory Vacuum Evaporator	26
Gambar 5.	Anhydro Laboratory Vacuum Evaporator	37
Gambar 6.	Histogram tingkat kesukaan panelis terhadap warna, aroma dan rasa sari buah jeruk	47
Gambar 7.	Grafik hubungan waktu evaporasi dengan volume bahan rata-rata ...	49
Gambar 8.	Grafik hubungan waktu evaporasi dengan kadar air bahan (bk) rata-rata	49
Gambar 9.	Grafik hubungan waktu evaporasi dengan TSS rata-rata	53
Gambar 10.	Grafik hubungan waktu evaporasi dengan viskositas rata-rata	56
Gambar 11.	Histogram tingkat kesukaan panelis terhadap warna, aroma dan rasa sari buah jeruk pada beberapa waktu evaporasi	64
Gambar 12.	Grafik peningkatan kesukaan panelis terhadap rasa sari buah jeruk siam garut dan pontianak pada beberapa tingkat konsentrasi gula	69

DAFTAR LAMPIRAN

		Halaman
Lampiran	1a.	Analisis ragam pengaruh waktu evap- porasi terhadap kadar air sari sari buah jeruk (bb) 78
Lampiran	1b.	Uji Duncan pengaruh waktu evaporasi terhadap kadar air sari buah jeruk (bb) 78
Lampiran	1c.	Analisis ragam pengaruh waktu eva- porasi terhadap kadar air sari sari buah jeruk (bk) 78
Lampiran	1d.	Uji Duncan pengaruh waktu evaporasi terhadap kadar air sari buah jeruk (bk) 79
Lampiran	2a.	Analisis ragam pengaruh waktu evaporasi terhadap TSS sari buah jeruk 79
Lampiran	2b.	Uji Duncan pengaruh waktu evaporasi terhadap TSS sari buah jeruk 79
Lampiran	3a.	Analisis ragam pengaruh waktu evaporasi terhadap viskositas sari buah jeruk 80
Lampiran	3b.	Uji Duncan pengaruh waktu evaporasi terhadap viskositas sari buah jeruk 80
Lampiran	4a.	Analisis ragam pengaruh waktu eva- porasi terhadap total asam sari buah jeruk 80
Lampiran	4b.	Uji Duncan pengaruh waktu evaporasi terhadap total asam sari buah jeruk 81
Lampiran	5a.	Analisis ragam pengaruh waktu eva- porasi terhadap total gula sari buah jeruk 81
Lampiran	5b.	Uji Duncan pengaruh waktu evaporasi terhadap total gula sari buah jeruk 81
Lampiran	6a.	Analisis ragam pengaruh waktu evaporasi terhadap pH sari buah jeruk 82

Lampiran	6b.	Uji Duncan pengaruh waktu evaporasi terhadap pH sari buah jeruk	82
Lampiran	7a.	Analisis ragam pengaruh waktu evaporasi terhadap tingkat kesukaan panelis terhadap warna	82
Lampiran	7b.	Uji Duncan pengaruh waktu evaporasi terhadap tingkat kesukaan panelis terhadap warna	83
Lampiran	8a.	Analisis ragam pengaruh waktu evaporasi terhadap tingkat kesukaan panelis terhadap aroma	83
Lampiran	8b.	Uji Duncan pengaruh waktu evaporasi terhadap tingkat kesukaan panelis terhadap aroma	83
Lampiran	9.	Analisis ragam pengaruh waktu evaporasi terhadap tingkat kesukaan panelis terhadap rasa	84
Lampiran	10.	Analisis ragam pengaruh selulosa asetat terhadap pH sari buah jeruk	84
Lampiran	11.	Analisis ragam pengaruh selulosa asetat terhadap TSS sari buah jeruk	84
Lampiran	12.	Analisis ragam pengaruh selulosa asetat terhadap total asam sari buah jeruk	85
Lampiran	13.	Analisis ragam pengaruh selulosa asetat terhadap total gula sari buah jeruk	85
Lampiran	14.	Analisis ragam pengaruh selulosa asetat terhadap total vitamin C sari buah jeruk	85
Lampiran	15.	Analisis ragam pengaruh penambahan gula terhadap tingkat kesukaan panelis terhadap rasa sari buah jeruk siam garut	86

Lampiran 16a.	Analisis ragam pengaruh penambahan gula terhadap tingkat kesukaan panelis terhadap rasa sari buah jeruk siam pontianak	86
Lampiran 16b.	Uji Duncan pengaruh penambahan gula terhadap tingkat kesukaan panelis terhadap rasa sari buah jeruk siam pontianak	87
Lampiran 17.	Rekapitulasi data	88

hanya laku terjual dengan harga Rp. 200,-, Rp. 75,- dan Rp.50,- per kilogram.¹

Untuk mencegah terbuangnya bahan segar pada saat panen raya dapat dilakukan usaha pengawetan. Pengawetan bahan pangan dapat dilakukan dalam bentuk segar maupun dengan cara pengolahan. Dengan tertanganinya kelebihan produksi maka jatuhnya harga bahan segar dapat dikurangi. Selain itu proses pengawetan juga mempermudah penanganan dan dapat menutupi kekurangan produksi akibat musim (Buckle et al., 1987).

Usaha-usaha pengolahan jeruk sudah banyak dilakukan. Jenis-jenis produk olahan yang berkembang diantaranya adalah sari buah jeruk, konsentrat, jam, jelly, marmalade, produk-produk dehidrasi dan bermacam-macam sirup (Berry dan Veldhuis, 1977). Selain itu juga dapat diproduksi produk olahan non pangan seperti pektin, alkohol, minyak esens dan makanan ternak. Produk-produk olahan jeruk yang beredar di pasaran Indonesia pada umumnya tidak menggunakan bahan baku jeruk segar melainkan pekatan sari buah jeruk (juice concentrate) yang diimpor dari luar negeri.

1. Tempo No. 30 Tahun XXI-21 September 1991

Melihat produksi yang berlimpah pada saat panen raya, maka usaha-usaha untuk meningkatkan pengolahan jeruk produksi dalam negeri perlu terus dilakukan. Salah satu jenis produk yang berpotensi besar untuk dikembangkan adalah pekatan sari buah jeruk (konsentrat). Konsentrat adalah produk hasil pengentalan sari buah jeruk hingga mencapai konsistensi sirup kental (Cruess, 1958). Pekatan sari buah jeruk ini dapat berfungsi sebagai produk olahan yang siap dikonsumsi maupun sebagai produk antara yang digunakan sebagai bahan baku produk olahan lainnya.

Menurut Thijssen (1974) keuntungan dari pembuatan konsentrat adalah menurunkan kandungan air bahan sehingga produk yang dihasilkan memiliki kestabilan mikrobiologis maupun kimiawi yang lebih baik. Dengan demikian masa simpannya menjadi lebih panjang. Disamping itu proses ini dapat mengurangi volume bahan segar sehingga dapat mempermudah penyimpanan dan transportasi.

Untuk menghasilkan konsentrat sari buah jeruk siam yang bermutu tinggi diperlukan penelitian-penelitian untuk memperoleh proses yang terbaik. Selain itu salah satu masalah yang perlu diperhatikan adalah rasa pahit dari sari buah jeruk siam yang diakibatkan oleh limonin. Rasa pahit ini dan dapat menurunkan penerimaan konsumen terhadap rasa.

Sebagai langkah awal, penelitian ini dilakukan untuk mempelajari pengaruh waktu evaporasi terhadap perubahan

fisika dan kimia sari buah jeruk siam, pengaruh penggunaan selulosa asetat dalam mengurangi rasa pahit akibat limonin dan pengaruh penambahan gula dalam meningkatkan penerimaan konsumen terhadap rasa.

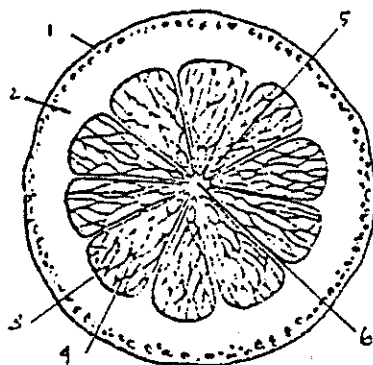
tetapi masa pembungaannya perlu waktu beberapa bulan kering dalam arti curah hujan selama 3 bulan kurang dari 100 mm. Di daerah asal tanaman jeruk hawanya selalu lembab, dengan kelembaban rata-rata 70-80 % dalam setahun. Di Indonesia, kelembaban udara di daerah perkebunan jeruk berkisar antara 50-85 % (Sumartono, 1982).

2. Struktur Fisik Buah Jeruk

Secara fisik buah jeruk terbagi atas beberapa bagian. Bagian yang dapat dimakan disebut bagian endokarp yang terdiri atas segmen-segmen yang disebut *carpel* atau *locule*. Di dalam segmen terdapat kantung-kantung sari buah yang berdinding tipis. Endokarp dikelilingi oleh kulit yang terdiri dari *flavedo* dan *albedo*. *Flavedo* merupakan bagian kulit luar yang terletak di bawah lapisan epidermis dan mengandung kromoplas dan kantung minyak. Sedangkan kulit bagian dalam yang disebut *albedo* merupakan lapisan jaringan busa (Priestley, 1979). Bagian tengah dari buah jeruk disebut *core* atau *central placenta* yang berbatasan dengan biji yang terdapat di dalam segmen (Van Loesecke, 1953).

Menurut Hendrikson dan Kesterson (1954) di dalam Kefford (1959) jeruk siam (*tangerine*) me-

ngandung sari buah sekitar 30-40% dari keseluruhan buah, biji 2%, pulp 45-55%. Tipisnya kulit buah jeruk siam diakibatkan kandungan flavedo yang hanya 7-11% dan tidak memiliki albedo.



1. Flavedo
2. Albedo
3. Segmen
4. Kantung sari buah
5. Biji
6. Core

Gambar 1. Bagian-bagian Buah Jeruk
(Braverman, 1949)

3. KOMPOSISI KIMIA SARI BUAH JERUK

Komposisi kimia buah jeruk berbeda pada tiap bagian. Flavedo mengandung minyak esensial, pigmen karotenoid dan juga steroid. Bagian albedo kaya akan selulosa, hemiselulosa, lignin, senyawa pektat dan fenol. Komposisi dari dinding segmen, kantung sari buah dan pusat buah tidak banyak berbeda dengan albedo. Sebagian besar gula dan asam sitrat terdapat pada sari buah disamping komponen nitrogen, lipid, senyawa fenolik, vitamin dan senyawa anorganik (Ting dan Attaway, 1971).

Pigmen yang dominan pada buah jeruk yang matang adalah karotenoid yang merupakan campuran dari ester xantofil dengan karoten (Winarno dan Jenie, 1973). Menurut Braverman (1949) perbandingan dari kedua jenis karotenoid tersebut menentukan warna sari buah. Warna oranye semakin kuat dengan meningkatnya kandungan xantofil. Jeruk siam termasuk jenis yang memiliki sari buah dengan warna oranye kemerah-merahan. Konsentrasi karotenoid ini meningkat dengan semakin matangnya buah. Dan ternyata konsentrasi karotenoid pada kulit sekitar 2-6 kali lebih banyak dibandingkan dengan kandungan sari buahnya (Berry dan Veldhuis, 1977).

Menurut Bartholomew dan Sinclair yang dikutip oleh Ting dan Attaway (1971) komponen utama dari total padatan terlarut dari sari buah jeruk adalah gula yang mencapai 75-85%. Jenis gula yang terpenting adalah 2 monosakarida yaitu D-glukosa dan D-fruktosa serta 1 disakarida yaitu sukrosa dengan perbandingan 1:1:2. Setiap 100 ml sari buah jeruk siam mengandung glukosa sebanyak 1.02-1.24 g, fruktosa 1.49-1.58 g, sukrosa 2.19-4.9 g dengan total gula berkisar antara 4.93-7.57 g. Kandungan gula meningkat dengan semakin matangnya buah



sebanding dengan berkurangnya cadangan pati (Berry dan Veldhuis, 1977).

Keasaman buah secara titrasi pada umumnya diukur berdasarkan kandungan asam sitrat. Asam sitrat merupakan jenis asam organik utama yang terdapat dalam sari buah jeruk. Disamping itu terdapat pula asam malat dalam jumlah yang lebih sedikit. Sedang jenis-jenis asam lain yang terdapat dalam jumlah kecil adalah asam suksinat, malonat, tartarat, benzoat, isositrat, akonitat, laktat dan oksalat. Menurut Elements (1964) sari buah jeruk siam mengandung sekitar 0.18-0.21 g asam malat dan 0.86-1.22 g asam sitrat setiap 100 ml (di dalam Ting dan Attaway, 1971). Tidak semua asam malat dan sitrat ini berada dalam keadaan bebas. Sebagian dalam bentuk garam yang membentuk sistem buffer dengan asam bebasnya (Berry dan Veldhuis, 1977).

Jeruk merupakan sumber vitamin C yang sangat baik. Menurut Ting dan Attaway (1971) kandungan vitamin C pada sari buah jeruk manis hanya sekitar seperlima dari kandungannya pada flavedo dan albedo. Sari buah jeruk siam mengandung asam askorbat sekitar 20-50 mg per 100 ml. Selain vitamin C jeruk, juga mengandung vitamin-vitamin lain yaitu vitamin A, tiamin, niasin, riboflavin,

asam pantotenat, biotin, asam folat, inositol dan tokoferol. Sari buah jeruk siam mengandung vitamin A sekitar 250-420 IU, tiamin 70-120 μg , niasin 200-220 μg , riboflavin 30 μg , biotin 0.5 μg , asam folat 1.2 μg dan inositol 135 mg setiap 100 ml.

Kadar abu dari sari buah jeruk siam adalah 0.4 % yang terdiri dari kalium, kalsium, fosfor, sulfur, mangan, natrium, besi, aluminium, karbon dan klorida. Kation-kation ini terdapat dalam bentuk garam dari asam-asam organik seperti sitrat, malat, tartarat dan laktat (Ting dan Attaway, 1971).

Senyawa volatil dari buah jeruk sangat penting dalam membentuk aroma dan flavor. Komponen-komponen ini mencakup hidrokarbon terpen, komponen karbonil, alkohol dan ester yang terdapat pada minyak kulit jeruk dan sedikit pada kantung minyak yang terdapat dalam kantung sari buah (Ting dan Attaway, 1971). Menurut Berry dan Veldhuis (1977) minyak kulit jeruk dan senyawa esens volatil dapat dibagi menjadi 3 kelas utama yaitu alkohol, karbonil dan hidrokarbon. Mereka juga mengutip beberapa pendapat berikut ini. Crocker (1945) menyatakan bahwa flavor jeruk siam disebabkan oleh komponen N-methyl anthronilate, aldehid dan ester-ester. Sedangkan menurut Kugler dan



Kovats (1963) komponen flavor adalah methyl, N-methyl anthranilate dan thymol. Methyl ester dari thymol juga ditemukan dalam minyak jeruk siam oleh Mashonas dan Shaw.

Komponen nitrogen ditemukan pula pada sari buah jeruk. Sekitar 70 % ditemukan dalam bentuk asam amino bebas dan sisanya dalam bentuk protein, enzim, nukleotida, asam nukleat, fosfolipid, basa nitrogen dan vitamin. Prolin adalah asam amino utama yang terdapat baik dalam pada jeruk manis maupun jeruk siam. Selain itu juga terdapat arginine, α -asam amino butirat, aspargine, asam aspartat dan serine (Berry dan Veldhuis, 1977).

B. RASA PAHIT DARI SARI BUAH JERUK

1. Faktor Penyebab

Pembentukan rasa pahit pada sari buah jeruk setelah diekstrak adalah disebabkan oleh limonin. Munculnya rasa pahit setelah sari buah diperas tidak pada jeruk utuh membedakan limonin dengan flavonone hesperidoses (naringin dan neohesperidin) yang sudah menyebabkan rasa pahit pada jeruk utuh. Flavonone neohesperidoses hanya terdapat pada beberapa jenis jeruk, sedang limonin terdapat pada hampir semua jenis jeruk (Dreyer, 1966) walaupun

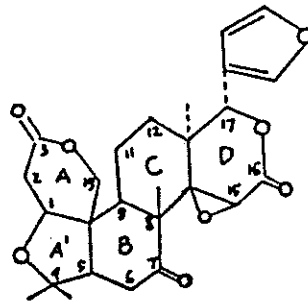
hanya dalam jumlah yang sangat sedikit. Secara umum rasa pahit dari limonin dapat merusak mutu sari buah (di dalam Maier et al., 1977). Jumlah komponen rasa pahit ini akan berkurang dengan meningkatnya kematangan buah (Kefford, 1959).

Limonin merupakan salah satu jenis limonoid, suatu grup yang secara kimia satu golongan dengan triterpene dan ditemukan pada tanaman-tanaman dari Famili Rutaceae dan Meliaceae. Selain limonin, ditemukan juga jenis-jenis limonoid lain dalam tanaman jeruk. Diantaranya adalah deoxylimonin, obacunone, nomilin, limonoic acid, ichangin, nomilic acid dan limonexic acid. Tidak semua jenis limonin ini menyebabkan rasa pahit. Jumlah limonoid yang terbesar terdapat pada biji dan jaringan buah lainnya. Satu-satunya jenis limonoid yang terdapat pada sari buah jeruk dalam jumlah yang cukup banyak adalah limonin, dalam bentuk limonoic acid A-ring lactone (Maier et al., 1977).

Rumus kimia limonin adalah $C_{26}H_{30}O_8$ dengan berat molekul 470.50. Terdiri dari 66.37 % karbon, 6.34 % hidrogen dan 27.21 % oksigen. Mempunyai rotasi spesifik $\alpha_D -128^\circ$ dengan $c=1.21$ dalam acetone. Absorpsi maksimum limonin terjadi pada panjang gelombang 207 nm dengan absorpsivitas molar (ϵ) 7000 dan pada 285 nm dengan absorpsivi-



tas molar (ϵ) 38. Titik lebur limonin adalah 298°C . Bersifat sedikit larut dalam air dan eter, larut dalam alkohol dan asam asetat glasial. Rumus bangunnya dapat dilihat pada Gambar 2 (The Merck Index, 1983).



Gambar 2. Rumus Bangun Limonin

Biasanya pada saat buah diperas, sari buah tidak terasa pahit. Tetapi setelah beberapa jam pada suhu kamar atau beberapa menit pemanasan timbul rasa pahit. Pembentukan rasa pahit dari sari buah jeruk ini didukung oleh beberapa faktor diantaranya adalah keadaan alami buah dan cara ekstraksi. Menurut Kefford (1959) secara fisik keberadaan limonin di dalam sari buah berasal dari jaringan-jaringan buah dan terbawa pada saat pemerasan. Selama pembentukan partikel-partikel terlarut, limonin terdispersi ke dalam sari buah

5 ppm. Untuk limonin pada sari buah jeruk manis threshold yang terendah adalah 0.5 ppm dan yang tertinggi 32 ppm. Dari 27 panelis, 8 % dapat mendeteksi adanya limonin pada konsentrasi 0.5 ppm, 62 % mendeteksi pada konsentrasi 4 ppm sedang pada konsentrasi 32 ppm 99.5 % panelis dapat mendeteksinya.

Selain itu Maier et. al. (1977) juga mengutip penelitian Guagdani et. al. (1973) tentang pengaruh gula dan asam terhadap threshold limonin. Konsentrasi yang bisa dianggap sebagai threshold adalah jika 50 % dari panelis sudah dapat mendeteksi adanya limonin. Threshold limonin pada larutan 10 % gula meningkat menjadi 2.7 ppm dibandingkan 1 ppm pada air. Pada tingkat konsentrasi 0.6 % asam sitrat dalam air pada pH 3.5 threshold menjadi 8 ppm, sedang pada konsentrasi 1.2 % meningkat menjadi 12 ppm. Penambahan campuran gula (2.5 % glukosa, 2.5 % fruktosa dan 5 % sukrosa) memberikan threshold yang lebih rendah pada semua tingkat keasaman. Larutan gula-asam sitrat pada pH 3.8 memberikan threshold maksimum yaitu 11 ppm. Bila pH dinaikkan atau diturunkan, threshold akan menurun dengan tajam. Penelitian seperti ini juga dilakukan pada konsentrat sari buah jeruk yang telah direkonstitusi dan



ditera pada pH 3.7-3.9. Maksimum threshold yang diperoleh adalah 6.4 ppm diperoleh pada pH 3.8, sedang threshold yang lebih rendah yaitu 3.4 ppm diperoleh pada pH 3.5 dan 4.1.

Pada penelitian sari buah jeruk yang lain pH divariasikan (ditambah asam sitrat) sementara rasio gula asam (Brix acid ratio) dijaga tetap konstan dengan penambahan sukrosa. Threshold maksimum yang diperoleh adalah 6.5 ppm pada pH 3.8. Pada pH konstan yaitu 3.65 peningkatan rasio gula asam dari 10 menjadi 16 meningkatkan threshold limonin dari 6.2 menjadi 8.5 ppm. Tetapi peningkatan rasio gula asam sampai 19 tidak meningkatkan threshold lebih jauh.

3. Cara Penghilangan Limonin Dari Sari buah Jeruk

a. Pengendapan (presipitasi)

Maier et al. (1977) mengutip beberapa hasil penelitian tentang proses pengendapan limonin seperti pada uraian di bawah ini. Pada beberapa penelitiannya Chandler (1971) menemukan bahwa sukrosa dan pektin terpisah maupun bersama-sama dapat meningkatkan kelarutan limonin dalam air panas. Substansi ini juga menstabilkan limonin dalam larutan sete-

lah didinginkan. Pektin mempunyai efek yang lebih besar dibandingkan dengan sukrosa. Chandler menunjukkan bahwa penurunan kandungan pektin dari sari buah dapat mengendapkan limonin. Beberapa cara yang telah dicoba adalah dengan penambahan peroxida dan peroxidase (Markh dan Feldman, 1949,1950; Markh, 1953), penggunaan enzim proteolitik dari jamur dan tomat (Mc Colloch, 1950) dimana limonin diubah menjadi fase padat tak larut dan penggunaan enzim yang tinggi aktivitas pektinesterasenya dan rendah dalam aktivitas polygalacturonase (Hanson, 1968).

b. Penyerapan (adsorpsi)

Menurut Johnson dan Chandler (1988) penggunaan adsorben untuk menghilangkan komponen pahit dari sari buah jeruk sudah dimulai sejak tahun 1950 dimana Mc Colloch menggunakan karbon aktif sebagai adsorben. Produk yang dihasilkan memang tidak pahit, tetapi perlakuan ini menyebabkan perubahan-perubahan kimia misalnya timbul bau sulfida. Penelitian-penelitian lebih lanjut diuraikan oleh Johnson dan Chandler (1988) seperti pada uraian berikut ini. Pada akhir dekade enam puluhan,

suatu artikel dari CSIRO Division of Food Research menunjukkan bahwa polimer nilon yang luas permukaannya besar secara selektif dapat dapat mengadsorpsi limonin (Chandler et al., 1968). Penelitian ini diteruskan dan hasil yang dipublikasikan menunjukkan bahwa penghilangan rasa pahit dari sari buah jeruk dapat dilakukan dengan menggunakan ester-ester selulosa (Chandler dan Johnson, 1977), kolom gel selulosa asetat (Chandler dan Johnson, 1977) dan resin ikatan silang polistiren (Chandler dan Johnson, 1979). Beberapa tahun kemudian penggunaan polistiren rantai silang dan resin poliakrilik didemonstrasikan (Chandler dan Johnson, 1981). Hasil penelitian yang lain adalah yang dilakukan oleh Puri (1984) yang menggunakan polistiren rantai silang, resin dengan matriks polistiren yang mengandung grup amino (Mitchell dan Pearce, 1985), β -cyclodextrin rantai silang (Shaw dan Wilson, 1983) dan Mg-silikat aktif (Barmore et al, 1986).

c. Metode Enzimatis

Metode enzimatis dalam mencegah atau menghilangkan kepahitan limonin dari sari buah jeruk dapat dikategorikan kedalam dua metode yaitu metode primer dan metode sekunder. Pada metode primer enzim secara langsung menyerang limonoic acid A-ring lactone atau limonin dan mengubahnya menjadi produk tidak pahit yang stabil. Sedang pada metode sekunder enzim menyerang komponen sari buah yang lain yang akan menyebabkan perubahan yang menyebabkan hilangnya limonin secara fisik dari larutan. Beberapa hasil penelitian yang berhasil dikumpulkan oleh Maier et al. (1977) adalah sebagai berikut. Seperti yang telah ditemukan oleh Chandler (1971) gula dan pektin adalah contoh dari komponen yang berpengaruh penting pada kelarutan dan kristalisasi limonin pada sari buah jeruk. Mc Colloch (1950) adalah orang pertama yang menemukan bahwa degradasi enzimatis senyawa pektin dari sari buah jeruk menyebabkan suatu perubahan keadaan fisik limonin yang menyebabkan hilangnya rasa pahit. Chandler (1971) pada studi awal kelarutan limonin meyakini bahwa penghilangan rasa pahit

secara enzimatis yang dilaporkan oleh Markh dan Feldman (1949, 1950) dan Hanson (1968) disebabkan oleh degradasi pektin yang menyebabkan pengendapan limonin.

C. EVAPORASI

1. Proses Dan Produk Evaporasi

Proses evaporasi merupakan proses yang melibatkan pindah panas dan pindah massa secara simultan. Dalam proses ini sebagian air atau pelarut akan diuapkan sehingga akan diperoleh suatu produk yang kental (konsentrat). Penguapan terjadi karena cairan akan mendidih dan berlangsung perubahan fase dari cair menjadi uap (Wirakartakusumah, 1988).

Menurut definisi dari Codex Alimentarius (1983), proses konsentrasi adalah proses pemindahan air secara fisik sehingga produk mengandung padatan terlarut tidak kurang dari 20 % tanpa penambahan gula.

Berdasarkan kandungannya Demeczky et al. (1981) membagi konsentrat menjadi 3 golongan. Produk konsentrasi yang mengandung padatan antara 24-25 % dikategorikan sebagai semi konsentrat, yang mengandung padatan antara 65-68 %

disebut konsentrat dan yang mengandung padatan di atas 70 % disebut super konsentrat.

Sedangkan berdasarkan kandungan airnya Thijsen (1974) mendefinisikan konsentrat sebagai produk yang diperoleh dengan cara mengeluarkan air sampai mencapai kandungan air minimum 30 %.

Menurut Wirakartakusumah (1989) aplikasi utama proses evaporasi dalam industri pangan yaitu 1) pra konsentrasi sebelum bahan diolah lebih lanjut misalnya sebelum spray drying, kristalisasi dan sebagainya, 2) mengurangi volume cairan agar biaya penyimpanan, transportasi dan pengemasan berkurang, 3) meningkatkan konsentrasi solid terlarut dalam bahan makanan sebagai usaha untuk membantu pengawetan. Proses evaporasi ini secara luas dilakukan pada industri sari buah untuk memproduksi konsentrat sari buah, pada pabrik jam, jelli dan preserve untuk memperoleh kandungan padatan yang dibutuhkan untuk pembentukan gel dan pada industri gula untuk memekatkan larutan gula yang akan dikristalkan (Toledo, 1979).

Dengan dilakukannya proses evaporasi kandungan air dari bahan pangan akan berkurang sehingga kestabilan mikrobiologis dapat terjaga, reaksi-reaksi kimia yang merusak dapat dikurangi



dan akan mengurangi biaya penyimpanan dan transpor (Thijssen, 1974).

2. Evaporator

Dalam industri pangan dikenal bermacam-macam jenis evaporator. Jenis-jenis evaporator tersebut dapat diklasifikasikan berdasarkan teknik operasionalnya (vakum atau tekanan atmosfer), jumlah effect yang dipakai (tunggal atau jamak), jenis konveksi (alami atau buatan) atau berdasarkan kontinuitas operasi (batch atau kontinyu) (Wirakartakusumah, 1989).

Bentuk evaporator yang paling sederhana adalah evaporator tekanan atmosfer. Bahan pangan ditempatkan pada sebuah kontainer yang dipanaskan. Uap yang dihasilkan dengan mudah akan menguap ke udara. Evaporator jenis ini mempunyai kecepatan evaporasi yang rendah dan tidak efisien dalam penggunaan energi. Disamping itu karena sebagian besar bahan pangan sensitif terhadap panas, maka pemanasan pada suhu tinggi dalam waktu yang cukup lama dapat menimbulkan berbagai macam kerusakan (Toledo, 1979).

Menurut Wirakartakusumah (1988) bahan makanan yang sensitif terhadap panas mutu produk akhirnya sangat dipengaruhi oleh proses evaporasi. Faktor

evaporasi, yaitu hubungan antara suhu dan waktu akan menentukan tingkat kerusakan akibat panas. Suhu evaporasi seharusnya serendah mungkin dengan waktu evaporasi juga sesingkat mungkin. Suhu didih yang rendah dapat dicapai dengan menggunakan tekanan rendah dan bersamaan dengan itu perbedaan suhu produk dengan suhu media juga dapat diturunkan.

Pada penelitian ini jenis evaporator yang digunakan adalah Anhydro Laboratory Vacuum Evaporator. Dalam bulletin yang dikeluarkan perusahaan Anhydro diuraikan spesifikasi, skema dan cara kerja alat tersebut. Evaporator ini dirancang dengan kapasitas yang tidak terlalu besar tetapi dengan cara kerja yang sama dengan alat yang digunakan industri-industri. Bagian-bagian alat ini adalah tabung pemisah uap (separator) dari stainless steel dengan tutup yang mudah dilepas untuk pembersihan, ruang pemanas (kalandria) dengan penutup bagian atas dan bawah yang mudah dibuka yang ditempatkan di samping separator, pompa untuk vakum, air pendingin dan kondensor, monovakumeter, termometer, pipa-pipa uap air dan kondensat. Skema alat ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Menurut Bulletin Anhydro tersebut prinsip kerja dari alat evaporator vakum adalah sebagai berikut. Cairan yang akan dikonsentrasikan masuk melalui pipa (A) yang terletak di bagian atas kalandria. Ketika mulai mendidih, cairan bergerak dari kalandria menuju separator melalui sebuah pipa yang dihubungkan secara tangensial ke separator. Dengan desain seperti ini energi kinetik dari cairan tertahan sehingga dapat menjamin sirkulasi cairan secara cepat. Dalam separator, uap air dipisahkan dari cairan. Uap air tersebut menuju kondensor dan dikondensasikan oleh semprotan air pendingin yang disuplai melalui sebuah *spray nozzle*. Cairan kemudian kembali ke kalandria. Proses ini berlangsung terus sampai konsentrasi yang diinginkan tercapai. Konsentrat kemudian dikeluarkan melalui pipa (B) di dasar kalandria.

Kondensor dihubungkan ke sebuah pompa air (C) yang merupakan kombinasi pompa untuk air dan udara. Pompa menyedot air dari kondensor dan bersamaan dengan itu menjaga vakum pada keseluruhan sistem.

Perlengkapan lain yang digunakan untuk mengontrol operasi alat ini adalah termometer untuk mengukur suhu bahan dan termometer untuk mengukur

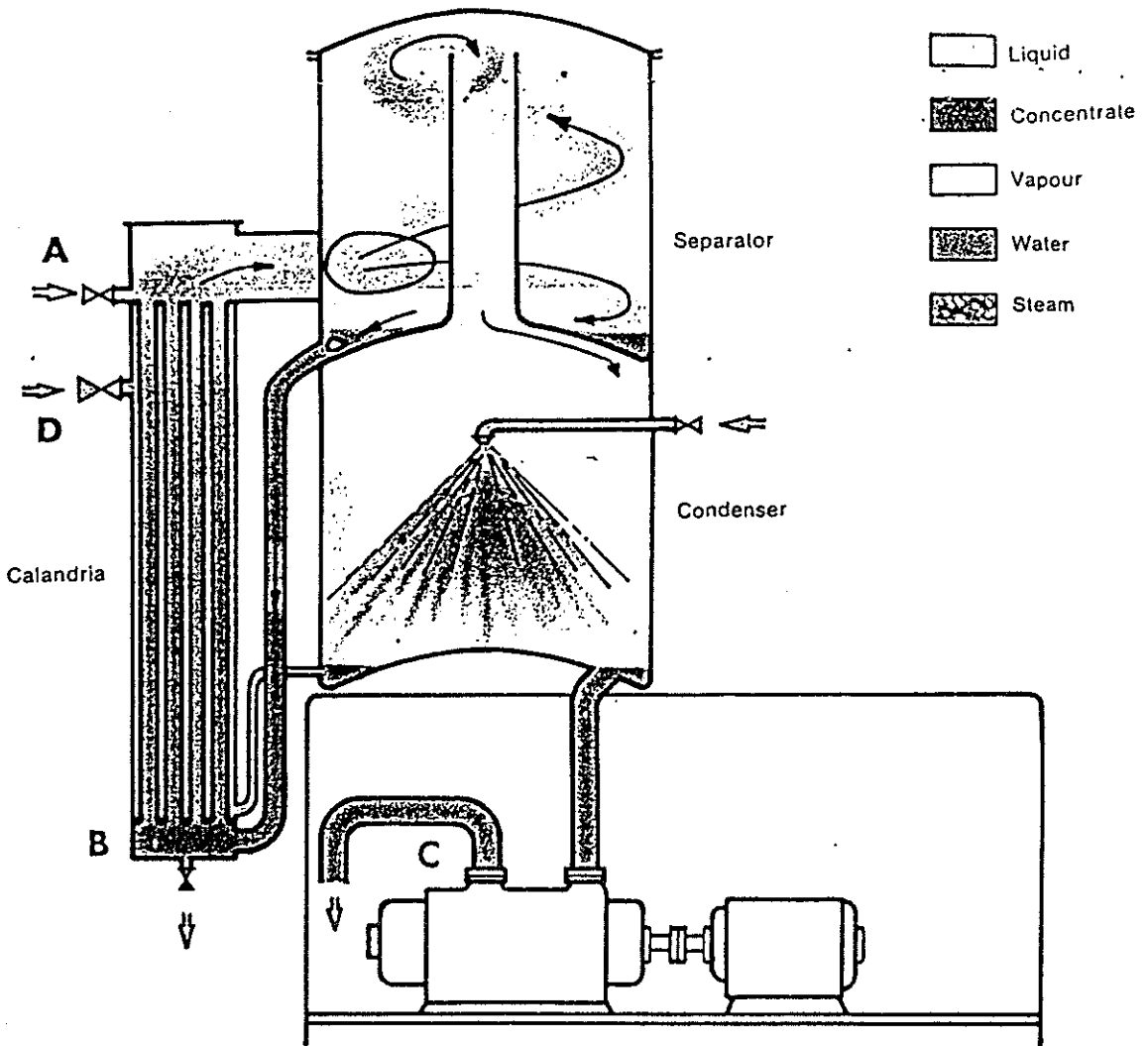


suhu jaket uap dan monovakometer yang digunakan yang digunakan pada awal proses untuk membaca tekanan vakum dan selama proses untuk membaca tekanan uap. Jumlah uap yang disuplai diatur dengan mengatur tekanan uap dan ukuran lubang pipa pemasukan. Spesifikasi kerja alat ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Kerja Anhydro Laboratory Vacuum Evaporator*)

titik didih (°C)	kapasitas evaporasi (kg/j)	konsumsi uap (kg/j)	konsumsi air pendingin (kg/j)	konsumsi tenaga (kW)
40	30	33	1800	2.5
50	40	44	1200	2.0
60	50	55	1000	1.0

*) Bulletin Anhydro



- Spesifikasi Alat :
- Panjang = 1.46 m
 - Lebar = 0.55 m
 - Tinggi = 1.75 m
 - Dimensi kemasan = 1.68 X 0.8 X 2.1 m³
 - Berat bersih = 300 kg
 - Berat kotor = 375 kg
 - Motor = 3 HP
 - Material = Acid Resisting Stainless Steel (AISI 316)

Gambar 4. Skema Alat Anhydro Laboratory Vacuum Evaporator

D. KONSENTRAT SARI BUAH JERUK

Menurut Cruess (1958) konsentrat sari buah adalah sejenis produk yang terbuat dari keseluruhan sari buah yang dipekatkan sampai mencapai konsistensi sirup kental dan biasanya tanpa penambahan gula. Larangan penambahan gula pada konsentrat sari buah jeruk diterapkan oleh Peraturan Negara Bagian Florida (Tressler dan Woodroof, 1976). Sedangkan menurut Codex Alimentarius (1983) penambahan sukrosa, dekstrosa, sirup glukosa kering dan fruktosa dapat dilakukan tetapi dengan syarat tidak lebih dari 50 g per kg produk hasil rekonstitusi konsentrat sampai 11^oBrix.

Tahap-tahap persiapan pembuatan konsentrat menurut Tressler dan Woodroof (1976) sama dengan tahap-tahap pembuatan sari buah jeruk. tahap-tahap tersebut sortasi buah jeruk, pencucian, ekstraksi, finishing, deaerasi, deoiling dan pasteurisasi. Setelah itu baru dilakukan evaporasi yang diteruskan dengan pengemasan dan penyimpanan produk.

1. Sortasi

Sebelum memasuki tahap pengolahan, buah jeruk yang telah dipanen dipilih untuk memperoleh bahan baku yang baik. Buah yang cacat, rusak dan memar dipisahkan (Tressler dan Woodroof, 1976).

2. Pencucian

Buah yang sudah dipilih direndam dalam air yang mengandung deterjen, kemudian disikat dan disemprot dengan air (Tressler dan Woodroof, 1976, Cruess, 1958). Jika diperlukan pencucian bisa dilanjutkan dengan menggunakan air yang mengandung klorin bebas untuk memusnahkan mikroorganisme yang tertinggal pada kulit. Setelah dicuci, dapat dilakukan sortasi lagi (Cruess, 1958).

3. Ekstraksi dan Finishing

Buah jeruk dibelah dua, diekstrak dan kemudian disaring untuk memisahkan biji dan padatan-padatan yang tidak dikehendaki. Pada industri-industri besar tahapan proses tersebut sudah tidak lagi dilakukan secara manual. Mesin-mesin untuk membelah, mengekstrak, dan menyaring telah demikian luas dikembangkan baik secara terpisah maupun dalam bentuk gabungan. Beberapa jenis ekstraktor diantaranya adalah Rotary Juice Extractor, FMC Citrus Juice Extractor, Brown Model 400, 700 dan 1110. Sedangkan tipe-tipe finishing adalah Screw-Type Citrus Juice Finisher, Brown Model 3600 Screw Finisher dan Model 2503 serta Brown Model 200 Paddle Finisher (Berry dan Veldhuis, 1977).



menyuntikkan uap secara langsung. Cara ini hanya memerlukan sedikit alat dan proses pemanasan yang cepat. Proses pasteurisasi ini bertujuan untuk mengurangi aktivitas enzim pektinesterase dan mengurangi aktivitas mikroorganisme (Tressler dan Woodroof, 1976).

Pada awalnya suhu 65.6°C dianggap sudah cukup untuk membunuh organisme pembusuk. Tetapi ternyata selain mikroorganisme pembusuk, kerusakan sari buah jeruk dapat disebabkan oleh aktivitas enzim pektinesterase yang mengganggu kestabilan sari buah sehingga terjadi pemisahan cairan bening dengan sedimen. Untuk itu dibutuhkan suhu yang lebih tinggi yaitu 93.3°C . Berry dan Veldhuis (1977) kemudian mengutip beberapa hasil penelitian. Atkins et al. (1956) dan Kew et al. (1957) menemukan bahwa pemanasan pada suhu 71°C dapat mencegah fermentasi tetapi suhu $86-99^{\circ}\text{C}$ dibutuhkan untuk menjaga kestabilan sari buah. Secara komersial sari buah secara cepat dipanaskan hingga 92°C dalam waktu 1-40 detik. Menurut Suter (1981) pektinesterase dapat diinaktifkan pada suhu 85°C dengan lama pemanasan 10 menit.

Sari buah jeruk merupakan bahan yang sensitif terhadap panas. Aroma dan flavor dapat hilang akibat pemanasan tersebut. Oleh karenanya pasteu-

risasi harus dilakukan secepat mungkin. Alat pasteurisasi yang kini digunakan adalah yang bekerja dengan prinsip HTST (High Temperature Short Time) dengan tipe pemindah panas berupa tubular maupun plate. Pemanasan dilakukan menggunakan uap atau air panas. Lama pemanasan biasanya berkisar sekitar 30 detik (Berry dan Veldhuis, 1977).

6. Evaporasi

Alat yang banyak digunakan untuk menguapkan air dari bahan pangan cair adalah evaporator vakum. Suhu yang digunakan oleh Moore dan Atkins dalam patennya adalah 40°C.

Selain menggunakan evaporator vakum, cara-cara pengentalan yang tidak melibatkan panas tinggi juga semakin berkembang. Diantaranya adalah dengan *freezing concentration*, *dielectric heating*, *UHF vibration*, *reverse osmosis* dan dialisis (Torrey, 1974).

7. Pengemasan

Dalam pengemasan konsentrat sari buah jeruk, kemasan kaleng 6 ons adalah jenis kemasan yang banyak digunakan. Selain itu kaleng berukuran 12 ons juga dipasarkan (Tressler dan Woodroof, 1976).

Konsentrat sari buah jeruk manis dengan kekentalan 58 ° Brix tidak menunjukkan perubahan aroma pada suhu penyimpanan 5°C atau 12°C selama masing-masing 17 atau 10 bulan ketika dilakukan evaluasi dengan merekonstitusinya sampai 11° Brix (Kanner et al., 1982).

III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

A. BAHAN DAN ALAT

1. Bahan

Jeruk yang digunakan dalam penelitian ini adalah jeruk siam pontianak yang dibeli secara eceran di Pasar Bogor dan Pasar Minggu, jeruk siam garut dan jeruk keprok garut yang dibeli langsung di kebun petani di Garut dan jeruk manis yang dibeli di Hero Supermarket. Sedangkan sebagai bahan pemanis digunakan sukrosa.

Untuk melakukan analisa kimia diperlukan bahan-bahan kimia yaitu larutan NaOH 0.1 N, Iod 0.01 N, larutan pati, Pb-asetat setengah basa, Na_2HPO_4 10 %, HCl 25 %, NaOH 30 %, KI 30 %, H_2SO_4 25 %, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1 N, larutan Luff Schoorl, air destilata, indikator fenolftalein dan kertas saring.

2. Peralatan

Peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah pisau stainless steel, wadah plastik, panci besar, perasan jeruk, saringan, botol semprot, alat-alat gelas, penangas air, evaporator

vakum Anhydro, viskometer, pH-meter, timbangan, sentrifus, shaker dan botol jar.

3. Tempat

Proses pembuatan konsentrat dilaksanakan di Laboratorium Pilot Plant Pusbangtepa. Sedangkan analisa kimia lainnya dilakukan di Laboratorium PAU Pangan dan Gizi IPB.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dibagi menjadi 3 bagian. Bagian pertama adalah uji organoleptik terhadap sari buah jeruk segar dari beberapa jenis jeruk, kedua pembuatan konsentrat menggunakan evaporator vakum dan yang ketiga yaitu proses penghilangan rasa pahit.

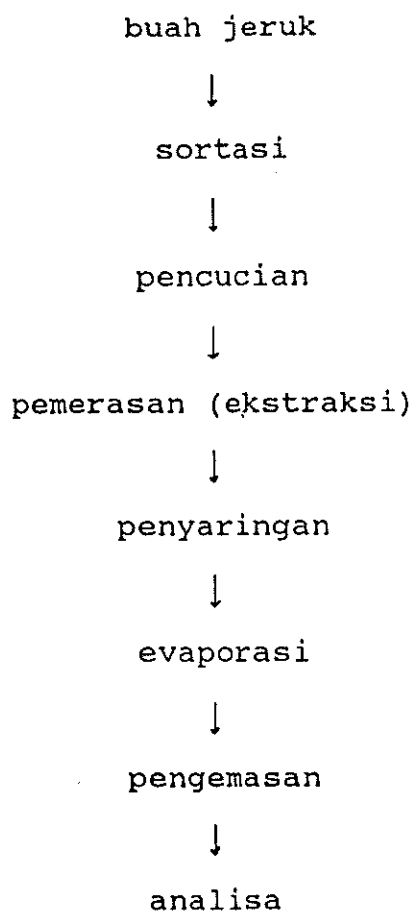
1. Uji Organoleptik Sari Buah Jeruk Segar

Untuk membandingkan tingkat kesukaan konsumen terhadap beberapa jenis jeruk dilakukan uji organoleptik. Uji yang dilakukan adalah uji hedonik terhadap warna, rasa dan aroma dari sari buah jeruk siam pontianak, siam garut, keprok garut dan jeruk manis.

2. Pembuatan Konsentrat

a. Tahapan Proses

Tahap-tahap proses pembuatan konsentrat sari buah jeruk dapat dilihat pada skema berikut (Tressler dan Woodroof, 1976). Jenis jeruk yang digunakan dalam penelitian ini adalah jeruk siam garut.



Untuk mengamati pengaruh perlakuan terhadap sari buah jeruk dilakukan pengamatan terhadap volume, total padatan terlarut, total asam, total gula, vitamin C, pH, kekentalan, tingkat pengentalan, kadar air dan uji organoleptik secara hedonik terhadap warna, aroma dan rasa.

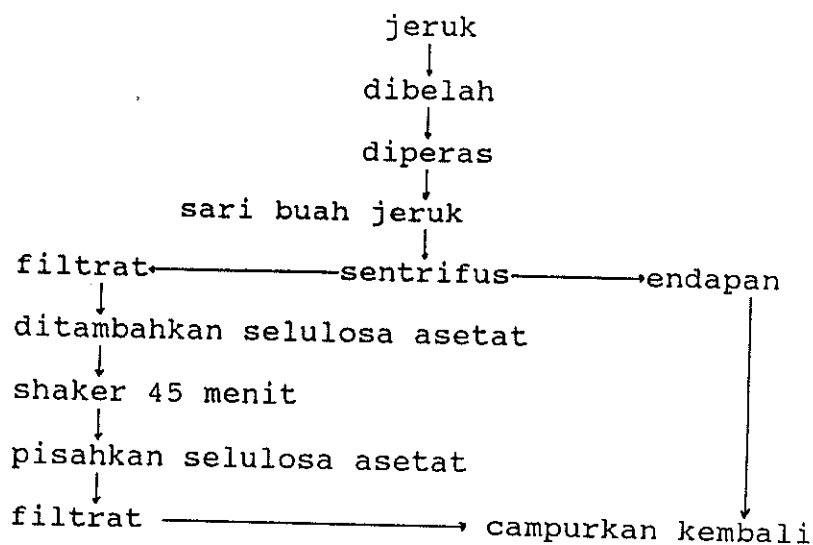
c. Rancangan Percobaan

Pada percobaan ini digunakan Rancangan Acak Lengkap faktor tunggal dengan 3 ulangan.

3. Proses Penghilangan Rasa Pahit

a. Tahapan Proses

Penghilangan rasa pahit yang disebabkan oleh limonin pada sari buah jeruk ini dilakukan dengan menggunakan selulosa asetat (Chandler dan Johnson, 1974) di dalam Maier et.al. (1977). Tahapan proses yang dilakukan adalah sebagai berikut :



b. Perlakuan dan Pengamatan

Pada tahap ini dilakukan 3 macam percobaan. Jenis jeruk yang digunakan adalah jeruk siam pontianak dan jeruk siam garut.

Percobaan pertama adalah uji organoleptik untuk mengetahui pengaruh perlakuan selulosa asetat terhadap rasa pahit dari sari buah jeruk. Tingkat konsentrasi selulosa asetat yang digunakan adalah 0.22, 0.32, 0.42 dan 0.52 g per 50 ml sari buah. Uji organoleptik yang digunakan adalah uji pasangan.

Yang kedua adalah percobaan yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh selulosa asetat terhadap komposisi kimia sari buah jeruk. Pada tahap ini digunakan 4 taraf konsentrasi selulosa asetat yaitu 0, 0.2, 0.4 dan 0.6 g per 50 ml sari buah. Pengamatan dilakukan terhadap



D. PENGAMATAN

1. Kadar air (Fardiaz et al., 1986)

Kadar air ditentukan dengan metode oven. Timbang bahan kira-kira 2 g, letakkan pada cawan yang sudah dikeringkan dan diketahui beratnya. Kemudian masukkan dalam oven dengan suhu 105°C sampai beratnya konstan. Karena bahan yang diukur berbentuk cairan, maka pada cawan diberikan media berupa pasir kwarsa yang bersih dan kering.

2. pH (Fardiaz et al., 1986)

Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan alat pH-meter 900, Accumet-Fisher Scientific. Sebelum digunakan pH-meter distandarisasi menggunakan buffer dengan pH 4 dan 7.

3. Total asam (Ranganna, 1977)

Total asam dari sari buah jeruk pada penelitian ini diukur dengan cara titrasi. Sebanyak 10 ml bahan hasil pengenceran dipipet ke dalam erlenmeyer. Kemudian ditetesi 2-3 tetes indikator fenoftalein dan dititrasi dengan larutan NaOH 0.1 N yang telah distandarisasi sebelumnya. Total asam yang terukur dinyatakan dalam gram asam

sitrat per 100 ml sari buah dengan rumus sebagai berikut :

$$TA = \frac{\text{ml NaOH} \times N \text{ NaOH} \times P \times 64}{\text{ml contoh} \times 1000} \times 100$$

dimana : TA = total asam (g per 100 ml sari buah)

N = normalitet

P = jumlah pengenceran

4. Total gula (Lees, 1975)

Analisa total gula dilakukan dengan metode Luff-Schoorl. Sebanyak 10 ml sari buah jeruk dipipet ke dalam 250 ml, ditambahkan air destilata secukupnya dan 5 ml Pb-asetat setengah basa dan dikocok. Larutan kemudian ditetesi Na_2HPO_4 10%. Jika timbul endapan berarti penambahan Pb-asetat sudah cukup. Labu kemudian ditetapkan isinya dengan menambahkan air destilata dan dikocok 12 kali. Biarkan setengah jam lalu disaring.

Sebanyak 5 ml hasil saringan dipipet dan dimasukkan dalam erlenmeyer 300 ml, kemudian dipanaskan pada suhu $68-70^\circ\text{C}$. Inversi dilakukan dengan menambahkan 1 ml HCl 25% selama 10 menit, diangkat dan didinginkan kemudian dinetralkan

menggunakan NaOH 30% sampai warna merah jambu dan sebagai penunjuk digunakan fenolftalein.

Ke dalam erlenmeyer ditambahkan 25 ml larutan Luff. Panaskan sekitar 2 menit sampai mendidih dan diteruskan selama 10 menit dengan nyala kecil. Setelah diangkat dan didinginkan ditambahkan 15 ml KI 30% dan 25 ml H₂SO₄ 25%, lalu segera dititrasi dengan larutan tio 0.1 N (a ml) dan kanji 0.5% sebagai indikator. Untuk blanko 25 ml air destilata ditambahkan 25 ml Luff dan selanjutnya dikerjakan seperti di atas. Misal blanko memerlukan b ml tio 0.1 N.

Selisih jumlah tio antara blanko dan sampel digunakan untuk mencari jumlah gula yang setara melalui suatu tabel.

$$\text{Kadar gula sesudah inversi} = \frac{\text{mg gula} \times P}{\text{ml contoh} \times 1000} \times 100$$

$$\text{Total gula dinyatakan sebagai persen sakarosa} = \% \text{ sesudah inversi} \times 0.95$$

5. Vitamin C (Jacob, 1958)

Pengukuran kadar vitamin C dilakukan dengan titrasi iod. Sebanyak 10 ml sari buah hasil pengenceran dimasukkan ke dalam erlenmeyer 100 ml dan ditambahkan 2 ml larutan kanji. Kemudian



dititer dengan larutan iod 0.01 N yang sudah distandarisasi. Tiap ml Iod 0.01 N setara dengan 0.88 mg asam askorbat. Kadar vitamin C dihitung dengan rumus :

$$A = \frac{\text{ml iod 0.01 N} \times 0.88 \times P \times 100}{\text{ml contoh}}$$

dimana : A = mg asam askorbat per 100 ml sari buah

P = pengenceran

6. Pengukuran kekentalan

Kekentalan diukur dengan menggunakan alat viscometer model BM, seri no.8542, Tokyo Keichi Co. Ltd. Sampel dimasukkan ke dalam labu ukur 50 ml dan pada viskometer dipasang pengaduk dengan nomer yang sesuai. Alat dihidupkan selama 5 menit. Kekentalan dapat dibaca pada skalanya dalam centipoise.

7. Total padatan terlarut

Total padatan terlarut dari sari buah jeruk diukur menggunakan alat refraktometer tangan dan dinyatakan dalam satuan derajat Brix.

8. Tingkat pengentalan

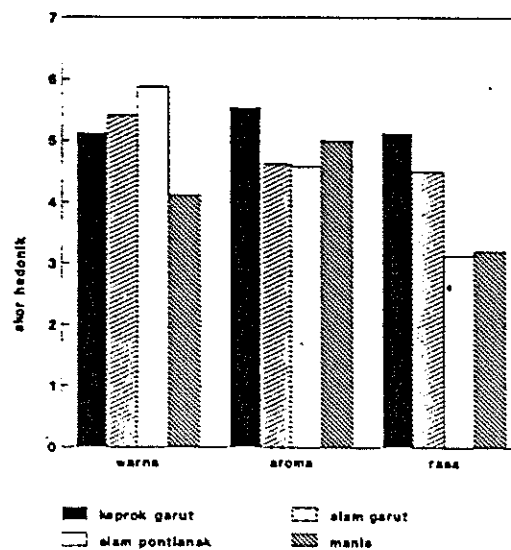
Tingkat pengentalan dari konsentrat diperoleh dengan cara membagi volume sari buah jeruk awal dengan volume konsentrat.

9. Uji organoleptik (Soekarto, 1985)

Pada penelitian ini digunakan dua macam uji organoleptik. Uji hedonik dilakukan untuk melihat tingkat kesukaan panelis dengan menggunakan skor 1 (sangat tidak suka) sampai 7 (sangat suka). Sedangkan uji pasangan dilakukan untuk membandingkan apakah tingkat rasa pahit sampel lebih rendah dari kontrol. Uji organoleptik ini dilakukan oleh 20 orang panelis yang diambil dari mahasiswa TPG tingkat akhir.

sar antara netral dan agak suka dengan skor rata-rata 4.625 dan 4.583.

Rasa dari sari buah jeruk dibentuk oleh seluruh komponen kimia yang terkandung di dalamnya. Kombinasi rasa manis dan asam biasanya dijadikan parameter kesukaan. Timbulnya rasa pahit yang berasal dari komponen-komponen sari buah maupun yang berasal dari biji, albedo maupun flavedo akan mempengaruhi tingkat kesukaan. Pada penelitian ini jenis jeruk yang mendapat skor tertinggi untuk rasa adalah jeruk keprok garut (5.125) dan diikuti jeruk siam garut (4.5). Dua jenis jeruk lainnya yaitu jeruk manis dan jeruk siam pontianak memperoleh skor di bawah netral, sedikit di atas agak tidak disukai yaitu dengan skor rata-rata 3.208 dan 3.125.



Gambar 6. Histogram tingkat kesukaan terhadap warna, aroma dan rasa sari buah jeruk

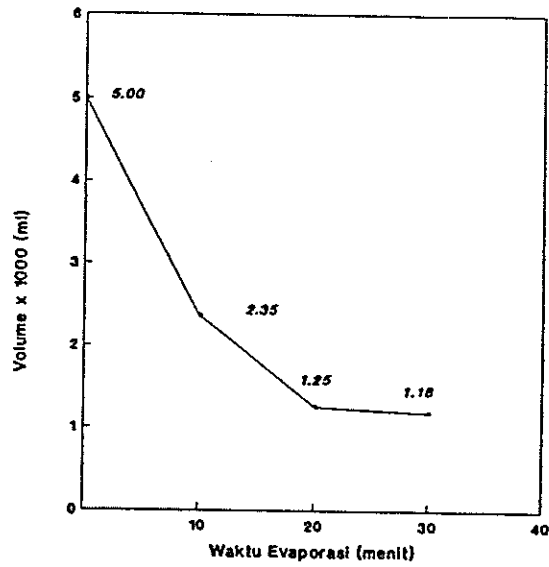
B. PEMBUATAN KONSENTRAT SARI BUAH JERUK SIAM

Proses evaporasi adalah suatu proses yang dilakukan untuk menguapkan sebagian air dari suatu bahan pangan. Selama proses berlangsung bahan pangan mengalami perubahan-perubahan baik secara fisika maupun kimia. Perubahan-perubahan secara fisika yang dapat langsung dilihat adalah perubahan volume dan viskositas. Sedangkan perubahan-perubahan kimia adalah perubahan total padatan terlarut, kadar air, pH, total asam, vitamin C, dan total gula.

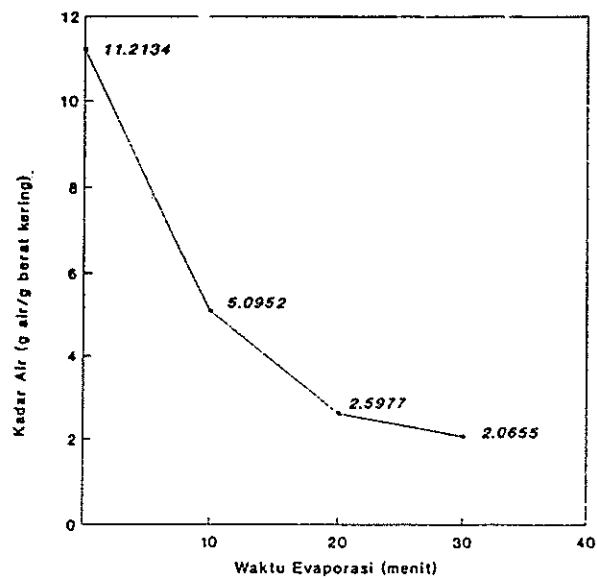
1. Volume dan Kadar Air

Selama proses evaporasi berlangsung, air yang dikandung bahan pangan dengan terus-menerus diuapkan. Dari grafik pada Gambar 7 dan 8 dapat dilihat bahwa penurunan volume kadar air bahan kering terjadi dengan laju yang semakin menurun dengan bertambahnya waktu evaporasi.

Dari hasil analisis ragam dan uji Duncan (Tabel 1a dan 1b) dapat dilihat bahwa sampai 30 menit, waktu evaporasi masih berpengaruh nyata terhadap penurunan persentase kadar air bahan basah baik pada taraf 1% maupun 5%. Tetapi jika kadar air bahan dinyatakan dalam perbandingan berat air per berat bahan kering; ternyata pada



Gambar 7. Grafik hubungan waktu evaporasi dengan volume bahan rata-rata



Gambar 8. Grafik hubungan waktu evaporasi dengan kadar air bahan (bk) rata-rata

taraf 5% peningkatan waktu evaporasi dari 20 menit menjadi 30 menit sudah tidak berpengaruh nyata terhadap penurunan kadar air, walaupun masih nyata pada taraf 1% (Tabel 1c dan 1d).

Penurunan laju penguapan ini dapat diakibatkan oleh beberapa macam faktor. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap proses evaporasi diantaranya adalah konsentrasi padatan dan kekentalan bahan. Pengaruh dari kedua faktor ini dibahas pada bagian selanjutnya.

Kandungan air dalam bahan makanan mempengaruhi daya tahan bahan makanan terhadap serangan mikroba. Jumlah air bebas yang dapat digunakan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhannya dinyatakan dengan a_w (Winarno, 1988). Menurut Bluestein dan Labuza (1989) air tersebar dalam bahan pangan kering atau pekat dalam berbagai bentuk. Air melarutkan zat terlarut, memobilisasikan dan memungkinkan adanya reaksi dalam suasana berair. Dengan terjadinya perubahan keadaan air bahan, maka terjadi pula perubahan-perubahan reaksi di dalamnya, seperti reaksi-reaksi browning, reaksi-reaksi hidrolisa, aktivitas mikrobiologis dan aktivitas enzimatik.

Nilai kadar air bahan yang dinyatakan dalam gram air per gram bahan kering (Tabel 2), berada

di atas 2. Dari grafik hubungan a_w dengan kadar air (Fennema, 1976) dapat dilihat bahwa bahan dengan kadar air (g air per g bahan kering) di atas 2 memiliki nilai a_w antara 0.9-1.0. Menurut Labuza (1971) yang dikutip Winarno (1988), bahan makanan dengan a_w di atas 0.9 masih memungkinkan terjadinya bermacam-macam reaksi. Kecepatan pertumbuhan kapang, khamir dan bakteri serta aktivitas enzimatis menurun sedangkan browning non enzimatis meningkat dengan semakin menurunnya aktivitas air mendekati 0.9.

Tabel 2. Kandungan air bahan rata-rata pada beberapa waktu evaporasi

wkt evaporasi (menit)	% k. air bahan (bb)	g air/g bahan (bk)
0	91.8808	11.2134
10	83.6113	5.0952
20	72.1941	2.5977
30	67.3718	2.0655

Perbandingan volume bahan setelah mengalami evaporasi dengan volume awal bahan biasanya digunakan untuk menunjukkan tingkat pengentalan yang dilakukan. Laju kenaikan tingkat pengentalan semakin menurun dengan bertambahnya waktu evaporasi pada selang 0-30 menit (Tabel 3).

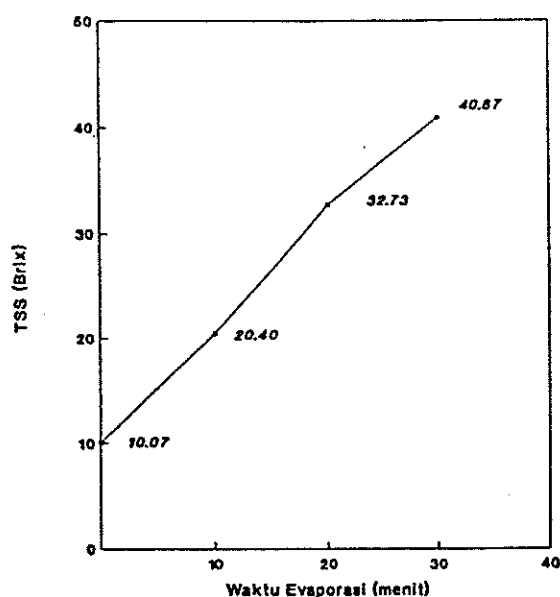
Tabel 3. Tingkat pengentalan rata-rata konsentrat pada beberapa waktu evaporasi

wkt evaporasi (menit)	vol awal (ml)	vol akhir (ml)	tk pengentalan
0	5000	5000	1
10	5000	2350	2.13
20	5000	1253.3	3.99
30	5000	1183.3	4.23

2. Total Padatan Terlarut (TSS)

Peningkatan total padatan terlarut (TSS) selama proses evaporasi berlangsung dapat dilihat pada Gambar 9. Analisis ragam dan uji Duncan (Lampiran 2a dan 2b) menunjukkan bahwa peningkatan waktu evaporasi sampai 30 menit masih berpengaruh nyata terhadap peningkatan TSS pada taraf 1% maupun 5%.

Selain diakibatkan oleh penurunan kadar air bahan, peningkatan total padatan terlarut juga dipengaruhi oleh meningkatnya kelarutan komponen-komponen tak larut. Misalnya protopektin. Dengan demikian kenaikan TSS bahan tidak selalu sebanding dengan penurunan kadar airnya.



Gambar 9. Grafik hubungan waktu evaporasi dengan TSS rata-rata

Peningkatan konsentrasi padatan dari bahan yang dievaporasi dapat mempengaruhi laju penguapan. Menurut Wirakartakusumah (1988) peningkatan konsentrasi padatan suatu bahan pangan cair akan meningkatkan titik didih bahan tersebut pada kondisi tekanan yang sama. Hal ini akan berlangsung selama proses evaporasi karena konsentrasi padatan akan terus meningkat. Apabila suhu alat penukar panas sebagai media proses pemanasan tetap, berarti perbedaan suhu alat pemanas dengan suhu didih produk akan semakin berkurang, sehingga kecepatan pindah panas pun akan menurun. Turunnya kecepatan pindah panas ini harus diperhitungkan dalam rancangan suatu evaporator komersial.

Pada produk konsentrat, TSS merupakan salah satu parameter yang penting diketahui. Banyak definisi tentang konsentrat yang menggunakan TSS sebagai pembatas. Jika menggunakan definisi dari Codex Alimentarius (1983) ketiga waktu evaporasi yang digunakan pada penelitian ini sudah dapat menghasilkan produk yang dapat dikategorikan sebagai konsentrat karena TSS-nya sudah di atas 20%. Tetapi menurut definisi Demeczky et al. (1981) produk yang dihasilkan dengan waktu evaporasi 20 dan 30 menit baru dapat dikategorikan sebagai semikonsentrat karena TSS-nya berada dalam kisaran 24-45%.

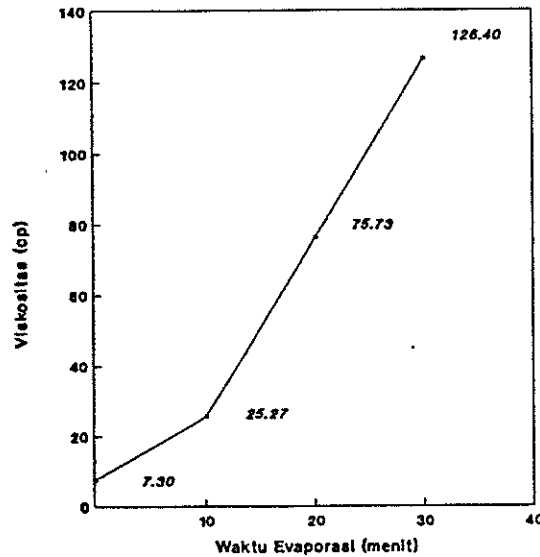
Menurut Buckle et al. (1987) dan Muchtadi (1989) sari buah pekat yang dibuat dengan cara evaporasi dari suatu jenis sari buah-buahan, dengan pH 2.5-4.0 sehingga mencapai kepadatan 70° Brix menyebabkan konsentrasi tersebut lebih tahan terhadap kerusakan oleh mikroorganisme. Pada tingkat padatan terlarut yang lebih rendah, kombinasi dengan cara pengawetan yang lain seperti penggunaan zat awet (SO_2 dan sebagainya), refrigerasi (pendinginan dan pembekuan) atau pasteurisasi dianggap perlu untuk mencegah kerusakan bahan oleh mikroba.



3. Viskositas

Selama proses evaporasi berlangsung, viskositas sari buah jeruk semakin meningkat (Gambar 10). Analisis ragam dan uji Duncan (Lampiran 3a dan 3b) menunjukkan bahwa peningkatan waktu evaporasi sampai 30 menit masih berpengaruh nyata terhadap peningkatan viskositas bahan pada taraf 1% maupun 5%.

Salah satu faktor yang menyebabkan peningkatan viskositas ini adalah adanya senyawa-senyawa pektin yang dapat membentuk gel jika mengalami pemanasan. Semakin lama waktu pemanasan gel yang terbentuk akan semakin banyak, sehingga konsistensi sari buah menjadi semakin pekat. Selain itu adanya protein dalam jumlah kecil pada sari buah jeruk dapat mempengaruhi peningkatan ini. Jika protein mengalami pemanasan maka akan terjadi denaturasi, yang akan mempengaruhi konsistensi bahan.



Gambar 10. Grafik hubungan waktu evaporasi dengan viskositas

Peningkatan viskositas bahan dapat mempengaruhi proses evaporasi. Viskositas bahan makanan yang tinggi akan menurunkan kecepatan sirkulasi dan menurunkan koefisien pindah panas. Oleh karena itu kecepatan pindah panas pun akan menurun selama proses evaporasi berjalan. Pengaruh perubahan kekentalan ini tidak hanya berperan pada proses pindah panas tapi juga akan berpengaruh terhadap kebutuhan pompa serta cara penanganan produk lainnya. Dalam pengolahan sari buah yang sangat pekat, perlakuan khusus diperlukan untuk

menurunkan kekentalan agar viskositas sari buah tersebut menurun (Wirakartakusumah, 1988).

4. Total Asam

Berkurangnya volume bahan selama proses evaporasi berlangsung meningkatkan konsentrasi total asam per satuan volume konsentrat. Jika dikembalikan ke volume awal dengan cara membaginya dengan tingkat pengentalan bahan, ternyata konsentrasi total asam mengalami penurunan (Tabel 4). Hal ini dapat terjadi akibat turut menguapnya komponen-komponen asam selama proses evaporasi dalam kondisi vakum.

Berdasarkan analisis ragam dan uji Duncan (Lampiran 4a dan 4b) dapat dilihat bahwa penurunan ini sangat nyata dipengaruhi oleh waktu evaporasi.

Tabel 4. Total asam konsentrat yang dihasilkan pada beberapa waktu evaporasi

A ^{a)}	B ^{b)}	C ^{c)}	B/C
0	0.67	1.00	0.67
10	1.07	2.13	0.50
20	1.83	3.99	0.46
30	2.28	4.24	0.54

a) = waktu evaporasi (menit)

b) = total asam konsentrat (g/100 ml)

c) = tingkat pengentalan

5. Total Gula

Semakin lama waktu evaporasi, total gula per satuan volume konsentrat yang dihasilkan semakin meningkat. Jika dikembalikan kepada volume awal dengan cara membagi dengan tingkat pengentalan, ternyata total gula sari buah jeruk menurun (Tabel 5). Berdasarkan uji Duncan, evaporasi pada 10 menit pertama belum berpengaruh nyata terhadap penurunan total gula baik pada taraf 1% maupun 5%. Penurunan ini tampak nyata pada waktu evaporasi 20 menit dan 30 menit.

Tabel 5. Total gula konsentrat yang dihasilkan pada beberapa waktu evaporasi

A ^{a)}	B ^{b)}	C ^{c)}	B/C
0	6.92	1.00	6.92
10	14.14	2.13	6.64
20	22.62	3.99	5.67
30	24.32	4.23	5.75

a) = waktu evaporasi (menit)

b) = total gula konsentrat (g/100 ml)

c) = tingkat pengentalan

Kenaikan suhu dan berkurangnya kandungan air bahan selama proses evaporasi berpengaruh terhadap kecepatan reaksi-reaksi yang terjadi pada bahan. Gula dalam bahan dapat mengalami reaksi pencoklatan non enzimatik, dimana kecepatan reaksinya

akan semakin meningkat dengan semakin menurunnya aktivitas air mendekati 0.9 (Labuza, 1971) di dalam Winarno (1988).

6. Vitamin C

Seperti total asam dan total gula, penurunan volume bahan selama proses evaporasi menyebabkan peningkatan konsentrasi vitamin C per satuan volume konsentrat. Jika nilai ini dibagi dengan tingkat pengentalan untuk mengembalikannya kepada volume awal, dapat dilihat bahwa sesungguhnya vitamin C mengalami penurunan. Pada selang 0-30 menit retensi vitamin C masih berada di atas 75 % (Tabel 6).

Tabel 6. Kandungan vitamin C konsentrat yang dihasilkan pada beberapa waktu evaporasi

A ^{a)}	B ^{b)}	C ^{c)}	B\C	D ^{d)}
0	60.72	1.00	60.72	100
10	117.49	2.13	55.16	90.84
20	188.37	3.99	47.21	77.75
30	216.87	4.23	51.27	84.44

- a) = waktu evaporasi (menit)
 b) = vitamin C konsentrat (mg/100 ml)
 c) = tingkat pengentalan
 d) = % retensi

Menurut Winarno (1988) vitamin C tergolong vitamin larut air dan paling mudah rusak. Vitamin

C mudah teroksidasi. Salah satu faktor yang mempercepat proses tersebut adalah panas. Proses evaporasi adalah proses yang melibatkan panas yang dapat mempengaruhi oksidasi vitamin C yang dikandung sari buah jeruk. Evaporasi dengan suhu rendah tidak dapat mencegah terjadinya kerusakan ini melainkan hanya mampu mengurangnya. Jika diperlukan proses dengan suhu tinggi seperti proses pasteurisasi, maka proses harus dilakukan secepat mungkin dan dilanjutkan dengan proses pendinginan. Selain panas, oksigen juga mempercepat proses kerusakan vitamin C. Untuk mengurangi kandungan oksigen dalam bahan dapat dilakukan proses deaerasi. Selain itu vitamin C dapat juga bertindak sebagai prekursor untuk pembentukan warna coklat non enzimatik.

7. pH

Nilai pH konsentrat yang dihasilkan sedikit meningkat dengan semakin lamanya waktu evaporasi. Berdasarkan analisis ragam dan uji Duncan (Lampiran 6a dan 6b) dapat dilihat bahwa pH konsentrat yang dihasilkan sangat nyata dipengaruhi oleh waktu evaporasi. Pada tabel berikut dapat dilihat nilai pH rata-rata pada berbagai waktu evaporasi.



Tabel 7. Nilai pH rata-rata pada beberapa waktu evaporasi

waktu evaporasi (menit)	pH
0	3.56
10	3.66
20	3.66
30	3.70

8. Penerimaan Secara Organoleptik

a. Warna

Dengan analisis ragam dapat dilihat bahwa waktu evaporasi berpengaruh sangat nyata terhadap tingkat kesukaan panelis terhadap warna sari buah jeruk. Uji Duncan menunjukkan bahwa skor kesukaan rata-rata berbeda nyata pada taraf 5% dan 1%, kecuali antara perlakuan waktu evaporasi 20 menit dan 30 menit tidak berbeda nyata (Lampiran 7a dan 7b).

Semakin lama proses evaporasi, warna konsentrat yang dihasilkan semakin pekat. Hal ini dapat disebabkan oleh meningkatnya konsentrasi pigmen per satuan volume akibat berkurangnya kandungan air bahan. Selain itu juga dapat diakibatkan oleh terjadinya reaksi pencoklatan non enzimatik. Dengan menggunakan analisa statistik maupun deskriptif

(Gambar 11) ternyata semakin pekat warna sari buah jeruk, tingkat kesukaan panelis semakin tinggi.

b. Aroma

Tingkat kesukaan panelis terhadap aroma sari buah jeruk sangat nyata dipengaruhi oleh lamanya waktu evaporasi (Lampiran 8a dan 8b). Skor kesukaan rata-rata panelis untuk produk konsentrat yang dihasilkan dengan waktu evaporasi 10 menit, 20 menit dan 30 menit lebih rendah dibandingkan sari buah jeruk segar, walaupun tidak mencapai skor di bawah netral (4) (Gambar 11).

Dengan uji Duncan dapat dilihat bahwa pada taraf 1% waktu evaporasi sampai 20 menit belum nyata mengubah tingkat kesukaan panelis terhadap aroma. Sedangkan pada taraf 5%, aroma konsentrat hasil evaporasi 20 menit telah menunjukkan perbedaan yang nyata dibandingkan dengan sari buah jeruk segar.

Selama proses evaporasi banyak esens yang memberikan aroma khas jeruk segar hilang. Esens-esens ini pada umumnya terdiri dari senyawa-senyawa volatil yang mudah menguap, terutama dengan adanya panas. Untuk

memperbaiki keadaan ini dapat dilakukan dengan beberapa cara.

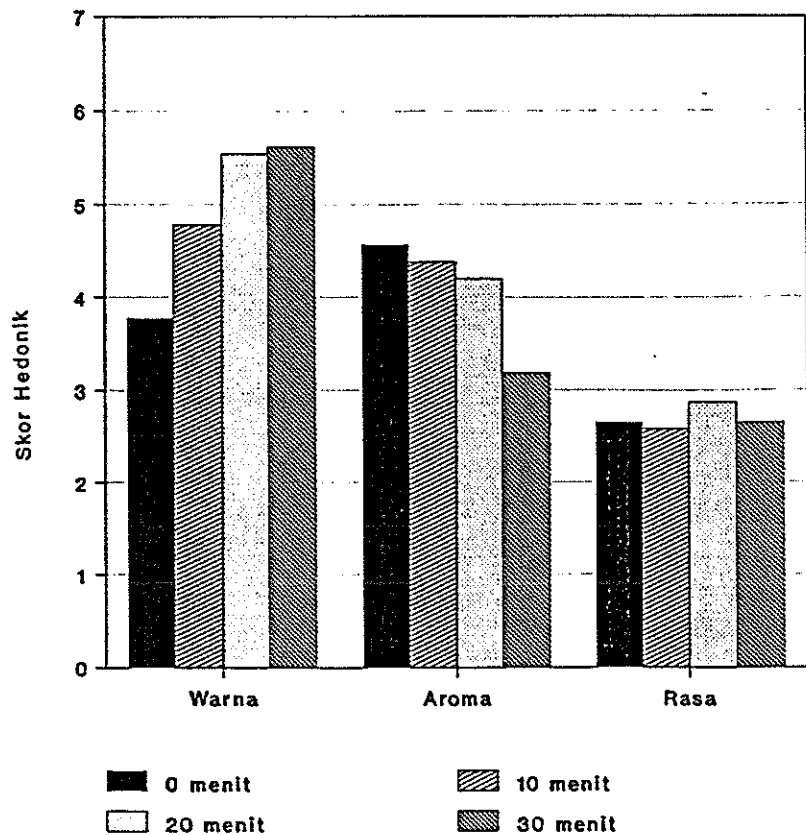
Menurut Toledo (1979) untuk mengembalikan esens yang menguap selama evaporasi, evaporator dilengkapi dengan alat yang dapat menangkap uap dari senyawa-senyawa volatil. Uap tersebut kemudian dikondensasikan untuk dikembalikan kepada konsentrat. Selain itu cara lain yang sering diterapkan adalah dengan melakukan *cut-back*. Caranya adalah dengan mengentalkan bahan lebih kental dari tingkat TSS yang dikehendaki. Kemudian untuk mengembalikannya ke tingkat TSS yang diharapkan dilakukan penambahan sari buah jeruk segar (Torrey, 1974; Nelson dan Tressler, 1980). Sedangkan menurut Berry dan Veldhuis (1977) perbaikan flavor juga dapat dilakukan dengan menambahkan minyak kulit jeruk.

c. Rasa

Secara umum skor rata-rata tingkat kesukaan panelis baik terhadap sari buah jeruk segar maupun konsentratnya berada di antara agak tidak suka dengan tidak suka. Analisis ragam yang dilakukan menunjukkan



bahwa proses evaporasi tidak berpengaruh nyata terhadap rasa sari buah jeruk (Lampiran 9).



Gambar 11.

Histogram tingkat kesukaan panelis terhadap warna, aroma dan rasa sari buah jeruk pada beberapa waktu evaporasi

Penerimaan panelis yang rendah terhadap rasa sari buah jeruk siam disebabkan oleh adanya rasa pahit yang disebabkan oleh limonin. Menurut Kefford (1959) limonin yang terdapat di dalam sari buah jeruk berasal dari jaringan buah yang terbawa selama pemerasan dan kemudian larut dalam sari buah jeruk. Sedang menurut Maier et.al. (1977) selain limonin, terdapat senyawa limonoic acid A-ring lactone yang tidak pahit tetapi merupakan prekursor limonin. Dengan diperasnya buah jeruk, terjadilah konversi limonoic acid A-ring lactone oleh asam dan katalisa enzim menjadi senyawa pahit yang stabil.

C. PROSES PENGURANGAN RASA PAHIT

1. Pengaruh Penambahan Selulosa Asetat Terhadap Rasa Pahit Sari Buah Jeruk

Dari uji pasangan yang dilakukan dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi selulosa asetat yang digunakan, semakin banyak panelis yang menyatakan bahwa tingkat rasa pahit sampel lebih rendah dibanding dengan baku. Dengan menggunakan tabel statistik untuk uji pasangan diperoleh hasil bahwa untuk jeruk siam garut pengurangan rasa



pahit sampel dibanding dengan baku nyata pada taraf 5% pada konsentrasi selulosa asetat 0.42 g per 50 ml sari buah dan nyata pada taraf 1% untuk konsentrasi selulosa asetat 0.52 g per 50 ml sari buah. Sedangkan untuk jeruk siam pontianak, penurunan rasa pahit ini baru nyata pada taraf 5% pada konsentrasi selulosa asetat 0.52 g per 50 ml sari buah (Tabel 8).

Proses pengurangan rasa pahit menggunakan selulosa asetat adalah suatu proses adsorpsi. Sebagai adsorben, selulosa asetat harus mempunyai suatu afinitas terhadap komponen pahit dan permukaan yang luas yang dapat menyerap molekul-molekul adsorbat (Johnson dan Chandler, 1988). Oleh karena itu proses ini tidak hanya dipengaruhi oleh jumlah adsorban tetapi juga lama dan peluang kontak dengan adsorbat sangat menentukan.

2. Pengaruh Selulosa Asetat Terhadap Komponen Kimia Sari Buah Jeruk

Dari analisis sidik ragam yang dilakukan (Lampiran 10, 11, 12, 13, 14) dapat dilihat bahwa perlakuan adsorpsi menggunakan selulosa asetat dengan konsentrasi 0.2, 0.4 dan 0.6 g per 50 ml sari buah jeruk tidak berpengaruh nyata terhadap pH, total padatan terlarut, total asam, total gula

maupun total vitamin C. Dengan demikian berarti secara kimia tidak terjadi reaksi antara adsorben (selulosa asetat) dengan komponen-komponen kimia sari buah.

Seperti sudah disebutkan di atas, proses pengurangan rasa pahit (*debittering*) yang dilakukan pada penelitian ini adalah proses adsorpsi. Selulosa asetat berfungsi sebagai adsorben dan limonin sebagai adsorbat. Adsorpsi adalah suatu reaksi antar permukaan dua fasa yang tidak saling melarutkan, yang dihasilkan dari suatu kekuatan antar molekul atau antar atom secara tidak kontinyu. Adsorpsi bisa terjadi secara fisik maupun kimia. Adsorpsi fisik bersifat reversibel, dimana terjadi interaksi lemah tanpa terjadi ikatan kovalen antara adsorben dan adsorbat. Sedangkan adsorpsi kimia adalah adsorpsi yang melibatkan interaksi yang lebih kuat antara adsorben dan adsorbat. Biasanya diiringi perubahan-perubahan atom di dalam atau antar adsorbat (Longuet-Higgins, 1982).

Melihat hasil analisa di atas dan juga penerapan penggunaan selulosa asetat pada industri-industri dimana selulosa asetat bisa digunakan berulang kali, maka dapat diduga bahwa adsorpsi

yang terjadi pada proses tersebut adalah adsorpsi secara fisik.

Tabel 8. Hasil uji pasangan pengaruh selulosa asetat dalam mengurangi rasa pahit sari buah jeruk

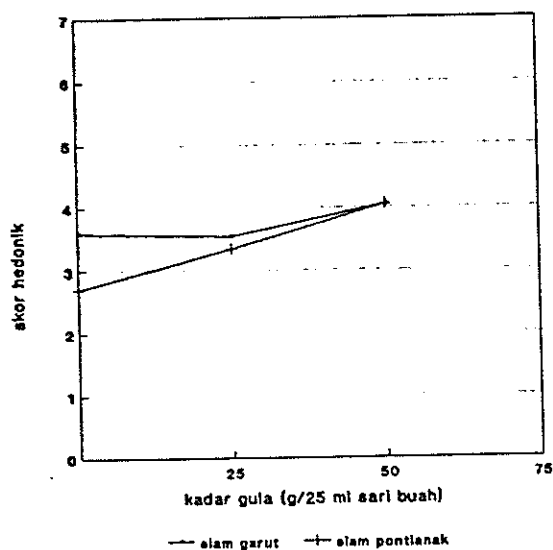
selulosa asetat (g/50 ml)	jml panelis (dari 20)	5%	1%
siam garut			
0.22	11	-	-
0.32	14	-	-
0.42	16	*	-
0.52	17	*	*
siam pontianak			
0.22	10	-	-
0.32	13	-	-
0.42	13	-	-
0.52	15	*	-

* = nyata pada taraf tersebut

3. Pengaruh Penambahan Gula Terhadap Penilaian Organoleptik Rasa

Dari uji hedonik dapat dilihat bahwa penambahan gula terhadap sari buah jeruk yang telah melalui proses *debittering*, memberikan peningkatan terhadap skor rata-rata. Secara deskriptif peningkatan tingkat kesukaan panelis untuk sari buah jeruk siam garut dan siam pontianak dapat dilihat pada Gambar 12. Walaupun demikian secara statistik penambahan gula tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap penerimaan konsumen untuk siam

garut (Lampiran 15). Untuk jeruk siam pontianak analisis ragam yang dilakukan menunjukkan bahwa penambahan gula berpengaruh nyata terhadap penerimaan panelis (Lampiran 16a). Dengan uji Duncan (Lampiran 16b) pada taraf 1% dan 5%, penambahan 25 gram gula per liter sari buah jeruk belum memberikan perbedaan nyata dibanding tanpa penambahan gula.



Gambar 12. Grafik peningkatan kesukaan panelis terhadap rasa sari buah jeruk siam garut dan pontianak pada penambahan beberapa tingkat konsentrasi gula

2.0655 g air/g bahan kering, viskositas 126.40 cp, total padatan terlarut 40.87 °Brix dengan retensi vitamin C masih di atas 75 %.

Rasa pahit dari sari buah jeruk disebabkan oleh senyawa limonin. Dengan cara adsorpsi menggunakan selulosa asetat sebagai adsorban, senyawa tersebut dapat dikurangi. Dengan uji pasangan dapat dilihat bahwa pada jeruk siam garut pengurangan ini nyata pada taraf 5% pada konsentrasi 0.42 g per 50 ml sari buah dan nyata pada taraf 1% untuk konsentrasi 0.52 g per 50 ml sari buah. Sedangkan untuk jeruk siam pontianak nyata pada taraf 5% pada konsentrasi 0.52 g per 50 ml sari buah. Penggunaan selulosa asetat sampai 0.60 g per 50 ml sari buah tidak berpengaruh nyata terhadap TSS, pH, total asam, total gula maupun total vitamin C bahan.

Penambahan gula sampai 50 gram per liter sari buah belum nyata meningkatkan kesukaan panelis terhadap sari buah jeruk garut, tetapi nyata untuk sari buah jeruk pontianak.

B. SARAN

Untuk membuat konsentrat sari buah jeruk siam yang bermutu tinggi masih diperlukan penelitian lebih lanjut. Penelitian tentang teknik-teknik prosesing terutama untuk optimasi produksi perlu dikembangkan.



Selain itu cara-cara pengawetan baik penggunaan kemasan, suhu penyimpanan maupun penggunaan bahan pengawet juga harus diperhatikan.

Untuk mengurangi rasa pahit, cara-cara penggunaan selulosa asetat baik dalam bentuk maupun teknik pengoperasiannya perlu dikembangkan lebih lanjut. Teknik-teknik *debittering* yang lain perlu dicoba untuk mengetahui cara mana yang paling cocok dan efisien untuk jeruk siam.

DAFTAR PUSTAKA

AAK. 1989. Bertanam Buah-Buahan 2. Penerbit Kanisius, Jakarta.

Anhydro. ———. Anhydro Laboratory Vacuum Evaporator. Form 1030 F /ENG/3/14.

Berry, R.E. dan M.K. Veldhuis. 1977. Processing of Oranges, Grapefruit and Tangerine. Di dalam S. Nagy, P.E. Shaw dan M.K. Veldhuis (eds.). Citrus Science and Technology. The AVI Publishing Co. Inc., Westport, Connecticut.

Biro Pusat Statistik. 1986. Survei Pertanian Produksi Tanaman Sayuran dan Buah-Buahan di Indonesia. BPS, Jakarta.

Bluestein, P.M. dan T.P. Labuza. 1989. Pengaruh Turunnya Kandungan Air Terhadap Zat Gizi. Di dalam K.S. Harris dan E. Karmas (eds.). Evaluasi Gizi Pada Pengolahan Bahan Pangan. Penerjemah Suminar Achmadi. Penerbit ITB, Bandung.

Braverman. 1949. Citrus Products. Interscience Publisher Inc., London.

Buckle, K.A., R.A. Edwards, G.H. Fleet dan M. Wooton. 1988. Ilmu Pangan. Penerjemah Hari Purnomo dan Adiono. UI Press, Jakarta.

Codex Alimentarius. 1983. Recommended International Standard For Concentrated Orange Juice Preserved Exclusively By Physical Process. CAC/ACCEPTANCES/PART I-Rev. 2, 1 Feb 1983 APPENDIX II.

Cooper, W.C. dan H. Chapot. 1977. Fruit Producing With Special Emphasis on Fruit for Processing. Di dalam S. Nagy, P.E. Shaw dan M.K. Veldhuis (eds.). Citrus Science and Technology. The AVI Publishing Co. Inc., Westport, Connecticut.

Cruess. 1958. Commercial Fruit and Vegetable Products. The AVI Publishing Co. Inc., Westport, Connecticut.

Demeczky, M., K. Wicklein, dan E. Godek-Kerek. 1981. The Preparation of Fruit Juice Semi-concentrate by Reverse Osmosis. Di dalam S. Thorne (ed.). Development In Food Preservation-1. Applied Science Publisher, London.

- Fardiaz, D., A. Apriyantono, S. Yasni, S. Budiyanto dan N.L. Puspitasari. 1986. Penuntun Praktikum Analisa Pangan. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, FATETA-IPB, Bogor.
- Fennema, O.R. 1976. Food Science. Marcel Dekker Inc., New York.
- Harjadi, W. 1989. Penuntun Praktikum Kimia Analitik. Jurusan Kimia, FMIPA-IPB, Bogor.
- Jacobs, M.B. 1958. The Chemical Analysis of Food and Food Products. D. Van Nostrand Co. Inc., London.
- Johnson, R.L. dan B.V. Chandler. 1988. Adsorptive Removal of Bitter Principles and Titrable Acid From Orange Juices. J. Food Tec., May 1988.
- Kanner, J., J. Fishbein, P. Shalom, S. Hare dan I. Ben-Gera. 1982. Storage Stability of Orange Juice Concentrate Packaged Aseptically. J. Food Sci. 47 p. 429-431.
- Kefford, J.F. 1959. The Chemical Constituents of Citrus Fruits. Adv. Food. Res. Vol 9.
- Larmond, E. 1973. Methods for Sensory Evaluation of Food. Canada Department of Agriculture.
- Lees, R. 1975. Food Analysis Analytical and Quality Control Methods for The Food Manufacturer and Buyer. Leonard Hill Books, London.
- Longuet-Higgins, H.C. 1982. Mc-Graw Hill Encyclopedia of Science And Tecnology 5 th Ed. Mc-Graw Hill Book Co., New York.
- Maier, V.P., R.D. Bennett dan S. Hasegawa. 1977. Limonin and Other Limonoids. Di dalam S. Nagy, P.E. Shaw dan M.K. Veldhuis (eds.). Citrus Science and Technology. The AVI Publishing Co. Inc., Westport, Connecticut.
- Muchtadi, T.R. 1989. Teknologi Proses Pengolahan Pangan. PAU Pangan dan Gizi IPB, Bogor.
- Nelson, P.E. dan D.K. Tressler. 1980. Fruits and Vegetables Juice Processing Technology. The AVI Publishing Co. Inc., Westport, Connecticut.
- Priestley, R.J. 1979. Effects of Heating on Foodstuffs. Applied Science Publishing, Canada.

- Ranganna, S. 1977. *Manual Analysis of Fruit and Vegetable Products*. Tata Mc-Graw Hill Publishing Co. Inc., New Delhi.
- Sarwono, B. 1986. *Jeruk dan Kerabatnya*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Shaw, P.E. 1977. *Essential Oil*. Di dalam S. Nagy, P.E. Shaw dan M.K. Veldhuis (eds.). *Citrus Science and Technology*. The AVI Publishing Co. Inc., Westport, Connecticut.
- Steel, R.G.D. dan J.H. Torrie. 1989. *Prinsip dan Prosedur Statistika*. Penerjemah Bambang Sumantri. Gramedia, Jakarta.
- Sudjana. 1989. *Desain Dan Analisis Eksperimen*. Tarsito, Bandung.
- Sumartono. 1982. *Jeruk*. Penerbit Bumi Restu CV, Jakarta.
- Suter, I.K. 1981. *Mempelajari Stabilisasi Suspensi Sari Buah Jeruk Manis (C. sinensis Osb)*. FPS IPB, Bogor.
- Soekarto, S.T. 1985. *Penilaian Organoleptik Untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian*. Bhratara, Jakarta.
- The Merck Index. 1983. *Encyclopedia of Chemicals, Drugs and Biologicals Components Tenth Ed*. Merck & Co. Inc., Rahway, New Jersey.
- Thijssen. H.A.C. 1974. *Fundamentals of Concentration Processes*. Di dalam A. Spicer (ed.). *Advance In Preconcentration And Dehydration of Food*. Applied Science Publishing, London.
- Ting, V.S. dan J.A. Attaway. 1971. *Citrus Fruits*. Di dalam A.C. Hulme (ed.). *The Biochemistry of Fruit and Their Product Vol. 2*. Academic Press, London .
- Toledo. R.T. 1979. *Fundamentals of Food Engineering*. The AVI Publishing Co. Inc., Westport, Connecticut.
- Tressler, R.K. dan J.K. Woodroof. 1976. *Food Product Formulary Vol. 3 Fruit, Vegetable and Nut Products*. The AVI Publishing Co. Inc., Westport, Connecticut.
- Von Loesecke, H.W. 1953. *Orange Juice*. Di dalam D.K. Tressler dan M.A. Joslyn. *Fruit and Vegetable Juice Products*. The AVI Publishing Co. Inc., Westport, Connecticut.

- Winarno, F.G. dan B.S.L. Jenie. 1973. Fisiologi Lepas Panen. Gramedia, Jakarta.
- Winarno, F.G. 1988. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia, Jakarta.
- Wirakartakusumah, M.A. 1988. Prinsip-Prinsip Teknik Pangan. PAU Pangan dan Gizi IPB, Bogor.

Lampiran 1a. Analisis ragam pengaruh waktu evaporasi terhadap kadar air sari buah jeruk (bb)

sumber	db	JK	KT	Fhit
perlakuan	3	1105.48	368.495	1815.25**
galat	8	1.63	0.203	
total	11	1107.11	100.646	

Lampiran 1b. Uji Duncan pengaruh waktu evaporasi terhadap kadar air sari buah jeruk (bb)

perlakuan	rataan	beda 0.05	beda 0.01
t30	67.36	a	a
t20	72.19	b	b
t10	83.61	c	c
t0	91.88	d	d

Lampiran 1c. Analisis ragam pengaruh waktu evaporasi terhadap kadar air sari buah jeruk (bk)

sumber	db	JK	KT	Fhit
perlakuan	3	158.2850	52.7617	805.52**
galat	8	0.5237	0.0655	
total	11	158.8087	14.4372	

Lampiran 3a. Analisis ragam pengaruh waktu evaporasi terhadap viskositas sari buah jeruk

sumber	db	JK	KT	Fhit
perlakuan	3	25913.1	8637.69	2000**
galat	8	84.1	10.52	
total	11	25997.2	2363.38	

Lampiran 3b. Uji Duncan pengaruh waktu evaporasi terhadap viskositas sari buah jeruk

perlakuan	rataan	beda 0.05	beda 0.01
t0	7.30	a	a
t10	25.27	b	b
t20	75.73	c	c
t30	126.40	d	d

Lampiran 4a. Analisis ragam pengaruh waktu evaporasi terhadap total asam sari buah jeruk

sumber	db	JK	KT	Fhit
perlakuan	3	0.0755	0.0252	44.8**
galat	8	0.0045	5.625E-4	
total	11	0.08	7.273E-3	

Lampiran 4b. Uji Duncan pengaruh waktu evaporasi terhadap total asam sari buah jeruk

perlakuan	rataan	beda 0.05	beda 0.01
t20	0.46	a	a
t10	0.50	ab	ab
t30	0.54	b	b
t0	0.67	c	c

Lampiran 5a. Analisis ragam pengaruh waktu evaporasi terhadap total gula sari buah jeruk

sumber	db	JK	KT	Fhit
perlakuan	3	3.6257	1.2086	108.9617**
galat	8	0.0887	0.0111	
total	11	3.5370	0.4421	

Lampiran 5b. Uji Duncan pengaruh waktu evaporasi terhadap total gula sari buah jeruk

perlakuan	rataan	beda 0.05	beda 0.01
t20	5.67	a	a
t30	5.75	b	a
t10	6.64	c	b
t0	6.92	c	b

Lampiran 6a. Analisis ragam pengaruh waktu evaporasi terhadap pH sari buah jeruk

sumber	db	JK	KT	Fhit
perlakuan	3	0.034967	0.011656	99.91**
galat	8	0.000933	0.000117	
total	11	0.035900	0.003264	

Lampiran 6b. Uji Duncan pengaruh waktu evaporasi terhadap pH sari buah jeruk

perlakuan	rataan	beda 0.05	beda 0.01
t0	3.557	a	a
t10	3.660	b	b
t20	3.660	b	b
t30	3.703	c	c

Keterangan (untuk Lampiran 1-6) :

F tab 0.01 = 7.59

F tab 0.05 = 4.07

** = perlakuan berpengaruh nyata pada taraf 1%

Lampiran 7a. Analisis ragam pengaruh waktu evaporasi terhadap tingkat kesukaan panelis terhadap warna

sumber	db	JK	KT	Fhit
sampel	3	6.58	2.193	43.86*
galat	8	0.16	0.050	
total	11	6.74	0.613	

Lampiran 9. Analisis ragam pengaruh waktu evaporasi terhadap tingkat kesukaan panelis terhadap rasa

sumber	db	JK	KT	Fhit
sampel	3	0.14	0.047	0.98
galat	8	0.19	0.048	
total	11	0.33	0.030	

Keterangan (Lampiran 7-9) :

$F_{tab} 0.05 = 4.76$

$F_{tab} 0.01 = 9.78$

** = berbeda nyata pada taraf 1%

Lampiran 10. Analisis ragam pengaruh selulosa asetat terhadap pH sari buah jeruk

sumber	db	JK	KT	Fhit
A	1	0.014504	0.014504	0.85
B	3	0.001912	0.000637	0.04
A*B	3	0.000579	0.000193	0.01
galat	16	0.274000	0.017125	
total	23	0.290996	0.012652	

Lampiran 11. Analisis ragam pengaruh selulosa asetat terhadap TSS sari buah jeruk

sumber	db	JK	KT	Fhit
A	1	10.6667	10.6667	52.46
B	3	0.0300	0.0100	0.05
A*B	3	0.0233	0.0078	0.04
galat	16	3.2533	0.2033	
total	23	13.9733	0.6075	

Keterangan (Lampiran 4 - 8)

A = jenis jeruk

F tab 0.05 = 4.28 F tab 0.01 = 7.88

B = konsentrasi selulosa asetat

F tab 0.05 = 3.03 F tab 0.01 = 4.76

A*B = interaksi

F tab 0.05 = 3.03 F tab 0.01 = 4.76

Lampiran 15. Analisis ragam pengaruh penambahan gula terhadap tingkat kesukaan panelis terhadap rasa sari buah jeruk siam garut

sumber	db	JK	KT	Fhit
sampel	2	3.03	1.52	1.09
panelis	19	41.73	2.20	
galat	38	52.97	1.39	
total	59	97.73	1.66	

Lampiran 16a. Analisis ragam pengaruh penambahan gula terhadap tingkat kesukaan panelis terhadap rasa sari buah jeruk pontianak

sumber	db	JK	KT	Fhit
sampel	2	18.23	9.115	6.60**
panelis	19	67.26	3.54	2.56
galat	38	52.44	1.38	
total	59	137.93	2.34	



Lampiran 16b. Uji Duncan pengaruh penambahan gula terhadap tingkat kesukaan panelis terhadap rasa sari buah jeruk pontianak

perlakuan	rataan	beda 0.05	beda0.01
g0	2.7	a	a
g25	3.35	ab	ab
g50	4.05	b	b

Keterangan (Lampiran 9-10):

$F_{\text{tab}0.05} = 3.23$

$F_{\text{tab}0.01} = 5.18$

Untuk Uji Duncan : nilai rata-rata yang sama pada satu kolom menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata

Lampiran 17. Rekapitulasi data penelitian

a. Pembuatan konsentrat

parameter	ulangan	t0	t10	t20	t30
volume (ml)	1	5000	2300	1260	1200
	2	5000	2400	1250	1150
	3	5000	2350	1250	1200
TSS (°Brix)	1	10.0	21.0	31.0	41.2
	2	10.2	20.2	34.2	41.0
	3	10.0	20.0	33.0	40.4
k. air (% bb)	1	92.0681	83.6118	72.0066	66.9687
	2	91.9243	83.5065	71.6481	67.1178
	3	91.6501	83.6617	72.9276	68.0288
k. air (g air/ g bk)	1	11.6073	5.1020	2.5723	2.0274
	2	11.3828	5.0630	2.5271	2.0412
	3	10.6501	5.1206	2.6938	2.1278
pH	1	3.56	3.65	3.65	3.70
	2	3.55	3.68	3.67	3.70
	3	3.56	3.65	3.66	3.71
viskos (cp)	1	7.30	24.40	70.80	126.30
	2	7.20	23.00	74.50	128.00
	3	7.40	28.40	81.90	125.30
t.asam kons. (g/100ml)	1	0.67	1.08	1.84	2.25
	2	0.65	1.06	1.91	2.36
	3	0.69	1.02	1.78	2.20
vit. C kons. (mg/100ml)	1	60.72	114.40	189.20	214.72
	2	65.12	117.92	192.72	225.28
	3	56.32	119.68	183.04	210.32
t.gula kons (g/100ml)	1	6.92	14.10	22.66	24.33
	2	6.97	14.15	22.70	24.35
	3	6.86	14.11	22.53	24.28

b. Perlakuan penghilangan rasa pahit

perlakuan	TSS	pH	tot.asam (g/100ml)	tot.gula (g/100ml)	vit.C (mg/100ml)
sa0u1	10.0	3.30	1.22	6.86	61.60
sa1u1	10.0	3.35	1.25	6.88	57.20
sa2u1	10.0	3.35	1.30	6.90	61.60
sa3u1	10.0	3.30	1.32	6.90	52.80
sa0u2	9.0	3.10	1.78	6.46	42.24
sa1u2	9.0	3.05	1.75	6.38	48.40
sa2u2	9.0	3.05	1.82	6.46	48.40
sa3u2	9.0	3.10	1.80	6.42	46.64
sa0u3	9.0	3.40	1.09	6.94	40.48
sa1u3	8.8	3.45	1.10	6.98	44.00
sa2u3	8.6	3.45	1.12	6.94	44.00
sa3u3	9.0	3.42	1.12	6.98	42.24
ga0u1	8.0	3.20	1.04	4.88	61.60
ga1u1	7.9	3.22	1.05	4.84	63.36
ga2u1	8.0	3.22	1.05	4.84	65.12
ga3u1	8.0	3.25	1.05	4.86	66.00
ga0u2	8.0	3.22	1.07	4.90	60.72
ga1u2	8.0	3.25	1.12	4.90	64.24
ga2u2	7.8	3.24	1.11	4.88	64.24
ga3u2	7.9	3.22	1.14	4.86	65.12
ga0u3	8.0	3.20	1.05	4.84	61.60
ga1u3	8.0	3.22	1.06	4.86	63.36
ga2u3	8.0	3.24	1.09	4.86	63.50
ga3u3	7.8	3.25	1.10	4.82	62.72

c. Hasil uji hedonik rata-rata (20 panelis)

	warna	aroma	rasa
a. jenis jeruk			
keprok garut	5.125	5.542	5.125
siam garut	5.417	4.625	4.500
siam pontianak	5.875	4.583	3.125
manis	4.125	5.000	3.208
b. konsentrat			
t0	3.78	4.57	2.65
t10	4.78	4.38	2.58
t20	5.55	4.20	2.87
t30	5.62	3.18	2.65
c. pengaruh penambahan gula			
siam garut	: g0		3.60
	g25		3.55
	g50		4.05
siam pontianak	: g0		2.70
	g25		3.35
	g50		4.05