

PENGARUH PENUTUPAN DAN SUHU PADA PROSES PEREBUSAN TERHADAP KARAKTERISTIK SIRUP WORTEL (*Daucus carota* L.)

Desak Putu Widya Puspasari

Alumni Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana

I Ketut Suter, Komang Ayu Nocianitri

Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana

ABSTRACT

Carrot syrup processing involves thermal boiling process. Unsuitable process will decrease the product quality. Besides temperature, using uncovered or covered pan also need attention. So how thus effects to the product characteristic need further study. The aim of this research was to find out: 1) effects of covered cooking and temperature on characteristic of carrot syrup, and 2) the treatments combination yield the best characteristic. This research was designed with factorial randomized block design consist of two factors. First factor is cooking method with two level, those are uncovered and covered cooking. Second factor is cooking temperature, consist of four levels, those are 70°, 80°, 90°, and 100° C. Each treatment repeated twice so yield 16 experiment units.

The research showed that interaction between the two treatments affected the vitamin C content and viscosity. Covered cooking and temperature treatment influenced the beta-carotene content and the reduction of sugar level. The treatments also affected the sensory quality, especially on color, flavor, and taste acceptability. Based on the analysis of all variable, the treatments combination yielding the best characteristic was uncovered cooking treatment on temperature 70°C. The best treatments characterized by 6,81 ppm beta-carotene content; 3,59% reduction sugar level; 4,14 mg/100 g vitamin C content; viscosity 81,17 cP; colored orange type 2 (based on colour-chart), typical of carrot flavor, and acceptable for color, flavor, viscosity, taste, and overall acceptance.

Keywords: covered cooking, temperature, syrup, carrot.

PENDAHULUAN

Wortel (*Daucus carota* L.) termasuk kelompok sayur-sayuran yang potensial dan multi guna bagi kesehatan masyarakat. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa wortel mampu menurunkan semua tipe kanker, seperti kanker paru-paru, kanker prostat, kanker kandung kemih, dan radang saluran pernapasan (Bangun, 2005). Di Bali, daerah penghasil wortel berpusat di Baturiti (Tabanan) dan di Pancasari (Buleleng), dengan jumlah produksi wortel mencapai 13.416 ton pada tahun 2007. Wortel biasanya dikonsumsi dalam bentuk segar, dimasak, dan diolah menjadi berbagai bentuk olahan seperti chip, pasta, atau sayuran kering. Melihat potensi dan manfaat wortel, serta untuk menambah keanekaragaman bentuk penyajian, wortel dapat diolah menjadi sirup.

Menurut Satu (1994) sirup adalah sejenis minuman ringan berupa larutan gula kental dengan cita rasa beraneka ragam. Dalam pembuatan sirup wortel, yang perlu diperhatikan adalah karakteristik mutu produk, terutama stabilitas beta-karoten selama pengolahan. Senyawa-senyawa karotenoid (termasuk beta-karoten) mempunyai sifat sensitif terhadap alkali, dan sangat sensitif terhadap udara dan sinar terutama pada suhu tinggi (Shills *et al.*, 1994). Degradasi beta-karoten akan menghasilkan epoxy karotenoid, apokarotenal, serta senyawa-senyawa volatil.

Sirup wortel dibuat dengan cara perebusan. Perebusan dilakukan untuk memperbaiki cita rasa, penampakan, maupun nilai gizinya. Namun, proses pemasakan yang tidak tepat justru akan menurunkan kualitas makanan. Oleh karena itu, maka perlakuan pemanasan harus diperhatikan untuk mempertahankan makanan sebagai sumber gizi yang optimal. Suhu yang biasa digunakan dalam pembuatan sirup adalah 65° – 100°C. Dalam penelitian ini digunakan suhu perebusan 70° – 100°C dengan interval 10°C. Penentuan suhu perebusan berdasarkan suhu minimum dalam pasteurisasi untuk membunuh mikroba patogen yaitu 70°C.

Di samping pengaturan suhu, menurut Bart (dalam Dwiguna, 2002) dalam perebusan perlu diperhatikan antara lain: jenis bahan, lamanya proses berlangsung, alat yang digunakan, dan perlu ditutup atau tidak. Perebusan tertutup mungkin dapat menghindarkan kontak antara bahan yang dimasak dengan oksigen, yang memicu terjadinya oksidasi. Namun, bagaimana pengaruhnya terhadap kandungan nutrisi dan sifat sensoris perlu diteliti lebih lanjut. Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh penutupan dan variasi suhu pada proses perebusan terhadap karakteristik sirup wortel.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan adalah wortel tipe imperator varietas lokal dibeli di pasar Badung, asam sitrat, *sodium carboxy methyl cellulose* (Na-CMC), gula pasir dan air. Bahan-bahan untuk analisis adalah petroleum eter (Merck, PA), aseton (Merck, PA), natrium sulfat (Merck, PA), glass wool (Merck), alumina oksida (Ajax Chemicals), aquades, KI, H₂SO₄, Na₂S₂O₃, amilum, larutan Luff Schoorl. Peralatan yang digunakan antara lain adalah pisau, panci, termometer,

kompor (Rinnai), blender, timbangan, kain saring, spektrofotometer, kolom kromatografi, viskometer dan *magnetic stirer*.

Rancangan Percobaan

Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola percobaan faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah perlakuan tutup (T0 = tanpa tutup dan T1 = dengan tutup) dan faktor kedua adalah suhu perebusan (S1 = 70° ± 2° C, S2 = 80° ± 2° C, S3 = 90° ± 2° C, S4 = 100° ± 2° C) dan diulang 2 (dua) kali. Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam, dan bila ada pengaruh perlakuan yang signifikan terhadap variabel (karakteristik) yang diamati, maka dilanjutkan dengan uji Duncan (Sastrosupadi, 2000).

Pelaksanaan Penelitian

Wortel dikupas dan dicuci bersih, lalu ditimbang. Wortel dikukus pada suhu 100°C selama 5 menit. Selanjutnya wortel diblender dan ditambahkan air dengan perbandingan wortel dengan air 1 : 2 (b/v). Bubur disaring menggunakan kain saring untuk memisahkan sari wortel dan ampasnya. Filtrat sari wortel (500 ml) ditambahkan Na-CMC 7,5 g (1,5 %), asam sitrat 2.5 g (0.5 %), dan gula pasir 275 g (55 % terhadap volume filtrat wortel). Sari wortel lalu dimasak bersama bahan lain dalam panci sesuai perlakuan tanpa tutup dan dengan tutup; suhu perebusan 70°, 80°, 90° dan 100°C. Setelah tercapai suhu perebusan dijaga konstan selama 15 menit dengan mengatur sistem pengapian pada kompor. Dalam keadaan panas, sirup yang telah matang selanjutnya disaring dan dimasukkan ke dalam botol yang telah disterilisasi pada suhu 100°C selama 30 menit.

Karakteristik yang Diamati

Karakteristik sirup wortel yang diamati adalah kandungan beta-karoten dengan metode spektrofotometri (Lestariana dan Madyah, 1988), gula reduksi dengan metode Luff Schoorl (Sudarmadji *et al.*, 1984), vitamin C dengan metode titrasi Iod (Sudarmadji *et al.*, 1984), viskositas diukur dengan alat viskometer, dan sifat-sifat sensoris (warna, aroma, rasa, kekentalan dan penerimaan keseluruhan) dengan uji hedonik dan dilakukan juga uji skor untuk warna dan aroma (Soekarto, 1985).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Beta-Karoten

Nilai rata-rata kandungan beta-karoten sirup wortel dapat dilihat pada Tabel 1. Dari Tabel 1 diketahui bahwa peningkatan suhu perebusan dan ditutup nyata menurunkan kandungan beta-karoten sirup wortel. Hal ini disebabkan karena terjadi kerusakan beta-karoten akibat suhu tinggi. Selama perebusan terjadi perubahan warna beta-karoten akibat reaksi isomerisasi *cis-trans*,

oksidasi membentuk epoxy karotenoid dan apokarotenal (Klaui dan Bauernfeind *dalam* Dutta *et al.*, 2005).

Tabel 1. Nilai rata-rata kandungan beta-karoten sirup wortel (ppm)

Perlakuan	T0 (tanpa tutup)	T1 (dengan tutup)	Rata-rata
S1 (70° ± 2°C)	6.81	3.40	5.11a
S2 (80° ± 2°C)	4.99	2.84	3.92b
S3 (90° ± 2°C)	4.39	2.62	3.51b
S4 (100° ± 2°C)	2.20	2.17	2.19c
Rata-rata	4.60a	2.76b	

Keterangan: huruf yang sama di belakang angka pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (P > 0.05).

Perebusan dengan tutup memberikan tekanan yang lebih besar dibandingkan tanpa tutup dan menyebabkan perubahan struktur yang mengakibatkan kerusakan beta-karoten pada sirup (Jongen, 2002). Hasil penelitian Pinheiro-Santana *et al.* (2005) menunjukkan pada kondisi pemasakan dengan tekanan menghasilkan level retensi beta-karoten dan nilai vitamin A yang lebih rendah setelah pemasakan wortel.

Gula Reduksi

Nilai rata-rata kadar gula reduksi sirup wortel dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai rata-rata kadar gula reduksi sirup wortel (%)

Perlakuan	T0 (tanpa tutup)	T1 (dengan tutup)	Rata-rata
S1 (70° ± 2°C)	3.59	3.24	3.41c
S2 (80° ± 2°C)	4.87	4.00	4.44bc
S3 (90° ± 2°C)	5.75	4.50	5.13ab
S4 (100° ± 2°C)	6.70	5.97	6.33a
Rata-rata	5.23a	4.43b	

Keterangan: huruf yang sama di belakang angka pada baris dan kolom menunjukkan tidak berbeda nyata (P > 0.05).

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa peningkatan suhu menyebabkan kadar gula reduksi sirup wortel makin tinggi. Hal ini disebabkan terjadinya proses hidrolisis sukrosa menghasilkan gula reduksi (Desrosier, 1988). Perebusan dengan panci tertutup menghasilkan kadar gula reduksi sirup lebih rendah dari panci terbuka, karena pada perebusan menggunakan wadah terbuka penguapan berlangsung lebih cepat. Menurut Fellows

(1990), penguapan akan mengurangi berat dan volume produk, tetapi meningkatkan konsentrasinya.

Vitamin C dan Kekentalan

Nilai rata-rata kandungan vitamin C dan kekentalan sirup wortel dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai rata-rata kandungan vitamin C dan kekentalan sirup wortel

Perlakuan	Vitamin C (mg/100g)	Kekentalan (cP)
T0S1	4.14a	81.17c
T0S2	3.26b	119.05bc
T0S3	2.94c	150.95b
T0S4	2.64de	199.65a
T1S1	3.29b	79.62c
T1S2	2.88cd	92.82c
T1S3	2.69cde	97.42c
T1S4	2.55e	99.45c

Keterangan: huruf yang sama di belakang angka pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P < 0.05$).

Tabel 3 menunjukkan peningkatan suhu pada perebusan tanpa tutup (T0) maupun dengan tutup (T1) menurunkan kandungan vitamin C sirup wortel. Kandungan vitamin C tertinggi diperoleh pada perlakuan tanpa tutup dan suhu perebusan $70^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ (T0S1) yaitu sebesar 4.14 mg/100 g. Kandungan vitamin C terendah diperoleh pada perlakuan dengan tutup dan suhu perebusan $100^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ (T1S4) sebesar 2.55 mg/100 g. Menurut Winarno (1989) vitamin C merupakan vitamin yang paling mudah rusak akibat oksidasi. Dalam keadaan tertutup tekanan di dalam panci perebus lebih besar dibanding panci terbuka. Tekanan yang lebih besar merusak vitamin C. Hasil penelitian Taoukis *et al.* (dalam Isaacs, 1998) menunjukkan kerusakan vitamin C makin tinggi dengan peningkatan suhu dan tekanan pada proses pengolahan sari buah nenas.

Dari Tabel 3 juga diketahui peningkatan suhu pada perebusan tertutup (T0) maupun tanpa tutup (T1) menyebabkan peningkatan kekentalan sirup wortel. Pada perebusan tanpa tutup, peningkatan kekentalan yang terjadi lebih signifikan. Nilai rata-rata kekentalan tertinggi diperoleh dari perlakuan tanpa tutup dan suhu perebusan $100^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ (T0S4) yaitu sebesar 199.65 cP, sedangkan nilai terendah dari perlakuan tertutup dan suhu perebusan $70^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ (T1S1) sebesar 79.62 cP. Nilai rata-rata cP makin besar menunjukkan makin kental sirup yang dihasilkan. Dalam proses perebusan tanpa tutup dan suhu yang makin tinggi dihasilkan sirup yang makin kental, karena terjadinya penguapan air. Menurut Tejasari (2005) pada waktu air menguap terjadi peningkatan kekentalan larutan dengan tajam.

Warna

Nilai rata-rata uji skor warna sirup wortel dapat dilihat pada Tabel 4. Hasil uji organoleptik terhadap skor warna sirup wortel yang dihasilkan berkisar antara 1.40 – 2.76 (tingkat warna 1 – 5 pada *colorchart*). Nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan pemasakan tertutup dan suhu $70^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ (T1S1) dengan nilai 2.76. Nilai terendah diperoleh pada perlakuan pemasakan tanpa tutup dan suhu $100^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ (T0S4).

Pada sirup wortel, warna dipengaruhi oleh kandungan beta-karoten wortel. Dengan perlakuan tanpa tutup terjadi kontak langsung dengan oksigen di udara, sehingga terjadi oksidasi. Oksidasi merupakan salah satu reaksi yang paling signifikan menyebabkan kerusakan beta-karoten, sehingga warna memudar (deMan, 1997).

Nilai rata-rata skor hasil uji hedonik warna sirup wortel dapat dilihat pada Tabel 4. Tingkat kesukaan panelis terhadap warna sirup wortel yang dihasilkan berkisar antara 2.88 – 4.28 (tidak suka – suka). Nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan tertutup dan suhu perebusan $70^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ (T1S1) dengan nilai 4.28, sedangkan nilai terendah pada perlakuan tertutup dan suhu perebusan $100^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ (T1S4) dengan nilai 2.88. Sirup wortel yang diperoleh pada perlakuan T1S1 paling disukai karena memiliki warna oranye tingkat 2 (pada *colorchart*) yang tidak jauh berbeda dengan warna asli filtrat sari wortel.

Aroma

Nilai rata-rata uji skor aroma sirup wortel dapat dilihat pada Tabel 4. Hasil uji skor terhadap aroma sirup wortel yang dihasilkan berkisar antara 3.16 – 4.24 (beraroma agak khas wortel – khas wortel). Nilai tertinggi diperoleh dari perlakuan tertutup dan suhu perebusan $70^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ (T1S1) dengan nilai 4.24, sedangkan nilai terendah diperoleh pada perlakuan tanpa tutup dan suhu perebusan $100^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ (T0S4) dengan nilai 3.16. Pada perlakuan T1S1 dengan pemasakan tertutup dan suhu yang tidak terlalu tinggi, penguapan tidak banyak terjadi dan aroma spesifik bahan lebih dapat dipertahankan sehingga memiliki aroma yang lebih khas wortel.

Nilai rata-rata uji hedonik aroma sirup wortel dapat dilihat pada Tabel 4. Nilai rata-rata aroma sirup wortel yang dihasilkan berkisar antara 3.04 – 3.76 (biasa). Nilai tertinggi diperoleh dari perlakuan tertutup dengan suhu perebusan $70^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ (T1S1) dan $80^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ (T1S2) dengan nilai 3.76, sedangkan nilai terendah pada perlakuan pemasakan tanpa tutup dan suhu perebusan $100^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ (T0S4) dengan nilai 3.04. Pada perlakuan tertutup dan suhu perebusan 70 – 80°C penguapan senyawa-senyawa volatil pembentuk aroma tidak banyak terjadi, dan suhu perebusan juga belum terlalu tinggi, sehingga aroma khas wortel masih dapat dipertahankan.

Tabel 4. Nilai rata-rata uji skor dan uji hedonik sirup wortel

Perlakuan	Parameter						
	Warna (skor)	Warna	Aroma (skor)	Aroma	Kekentalan	Rasa	Penerimaan. Keseluruhan
T0S1	2.00c	3.24cd	3.52bcd	3.32bc	3.40a	3.08b	3.28a
T0S2	1.72cd	3.24cd	3.36cd	3.16bc	3.28a	3.20b	3.28a
T0S3	1.92cd	3.40bc	3.68bc	3.24bc	3.48a	3.48ab	3.52a
T0S4	1.40e	3.28c	3.16d	3.04c	3.36a	3.80a	3.52a
T1S1	2.76a	4.28a	4.24a	3.76a	3.56a	3.28b	3.68a
T1S2	2.32b	3.72b	3.84b	3.76a	3.52a	3.16b	3.60a
T1S3	1.72cd	3.04cd	3.84b	3.48ab	3.44a	3.12b	3.36a
T1S4	1.68de	2.88d	3.20d	3.08bc	3.40a	3.48ab	3.32a

Keterangan: huruf yang sama di belakang angka pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P > 0.05$).

Kekentalan

Nilai rata-rata uji hedonik kekentalan sirup wortel dapat dilihat pada Tabel 4. Hasil uji hedonik tingkat kesukaan panelis terhadap kekentalan sirup yang dihasilkan berkisar antara 3.28 – 3.56 (biasa). Nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan pemasakan tertutup dan suhu perebusan $70^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ (T1S1) dengan nilai 3.56, sedangkan nilai terendah pada perlakuan pemasakan tanpa tutup dan suhu perebusan $80^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ (T0S2) dengan nilai 3.28. Pada perebusan terjadi proses penguapan sehingga terjadi pemekatan. Menurut Tejasari (2005) pada waktu air menguap dan larutan menjadi pekat, kekentalan larutan akan meningkat dengan tajam. Sirup wortel pada perlakuan T1S1 dengan nilai kekentalan sebesar 79.62 cP, sedangkan T0S2 nilai kekentalannya sebesar 119.05 cP. Penerimaan panelis terhadap kekentalan sirup wortel biasa untuk semua perlakuan. Hal ini mungkin disebabkan oleh kekentalan sirup wortel yang dihasilkan dengan rentang nilai kekentalan 79.62 – 119.05 cP sudah menyerupai kekentalan sirup pada umumnya, sehingga panelis memberikan penilaian yang tidak jauh berbeda.

Rasa

Nilai rata-rata uji hedonik rasa sirup wortel dapat dilihat pada Tabel 4. Hasil uji organoleptik terhadap tingkat kesukaan panelis pada rasa sirup yang dihasilkan berkisar antara 3.08 – 3.80 (biasa). Nilai tertinggi diperoleh dari perlakuan perebusan tanpa tutup dan suhu $100^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ (T0S4) dengan nilai 3.80, sedangkan nilai terendah pada perlakuan perebusan tanpa tutup dan suhu $70^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ (T0S1) dengan nilai 3.08. Pada perebusan tanpa tutup dan suhu yang makin tinggi selain terjadi penguapan air, juga terjadi penguapan asam-asam organik yang terdapat dalam bahan. Pada perlakuan T0S4 suhu pemasakan tinggi, jumlah gula yang terlarut makin banyak, menyebabkan sirup yang dihasilkan makin manis dan disukai oleh panelis.

Penerimaan Keseluruhan

Nilai rata-rata penerimaan keseluruhan sirup wortel dapat dilihat pada Tabel 4. Nilai rata-rata penerimaan keseluruhan berkisar antara 3.28 – 3.68 (biasa). Nilai tertinggi diperoleh dari perlakuan pemasakan tertutup dan suhu perebusan $70^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ (T1S1) dengan nilai 3.68, sedangkan nilai terendah diperoleh pada perlakuan pemasakan tanpa tutup dan suhu perebusan $70^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ (T0S1) dengan nilai 3.28. Penerimaan keseluruhan panelis terhadap sirup wortel didasarkan pada penilaian mereka terhadap warna, aroma, kekentalan, dan rasa sirup wortel. Sirup wortel yang cenderung disukai oleh panelis (T1S1) memiliki karakteristik warna oranye tingkat 2 yang disukai, aroma khas wortel dengan penerimaan biasa, kekentalan dan rasa dengan penerimaan biasa.

KESIMPULAN

1. Interaksi antara perlakuan penutupan dan suhu perebusan berpengaruh terhadap kandungan vitamin C dan kekentalan sirup wortel.
2. Perlakuan penutupan dan suhu perebusan berpengaruh terhadap kandungan beta-karoten, kadar gula, warna, aroma, dan rasa sirup wortel.
3. Kombinasi perlakuan terbaik adalah perlakuan tanpa tutup dan suhu perebusan $70^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$, yang menghasilkan sirup wortel dengan karakteristik kandungan beta-karoten 6.81 ppm; gula reduksi 3.59%; vitamin C 4.14 mg/100g; kekentalan 81.17 cP; warna tingkat 2 (pada *colorchart*), aroma agak khas wortel, penerimaan biasa untuk warna, aroma, kekentalan, rasa, dan penerimaan keseluruhan.
4. Untuk membuat sirup wortel dengan karakteristik terbaik dapat dilakukan dengan perebusan tanpa tutup dengan suhu $70^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Namun, perlu dilakukan pengujian mikrobiologi untuk mengetahui keamanan dan ketahanan sirup wortel selama penyimpanan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Ketua Laboratorium Analitik Universitas Udayana, Pengolahan Pangan dan Analisis Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana atas ijin yang telah diberikan kepada kami untuk melaksanakan analisis di laboratorium tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Bangun, A.P. 2005. Menangkal Penyakit dengan Jus Buah dan Sayuran. PT. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- DeMan, J.M. 1997. Kimia Makanan. Penerjemah Kosasih Padmawinata. ITB, Bandung.
- Desrosier, N.W. 1988. Teknologi Pengawetan Pangan. Penerjemah M. Muljohardjo. UI-Press, Jakarta.
- Dutta, D.A., U. Raychaudhuri dan R. Chakraborty. 2005. Rheological Characteristics and Thermal Degradation Kinetics of Beta-Carotene in Pumpkin Puree. <http://www.aseanfood.info/Articles/11016-269.pdf>. Diakses tanggal 23 Juli 2008.
- Dwiguna, I M. 2002. Pengaruh Lama dan Cara Perebusan Terhadap Karakteristik dan Umur Simpan Jaje Bantal. [Skripsi]. Program Studi Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Denpasar.
- Fellows, P.J. 1990. Food Processing Technology, Principles and Practice. Ellis Horwood Ltd., England.
- Isaacs, N.S. 1998. High Pressure Food Science, Bio-science and Chemistry. The Royal Society of Chemistry, Cambridge, United Kingdom.
- Jongen, W. 2002. Fruit and Vegetables Processing, Improving Quality. Woodhead Pub. Ltd., United State of America.
- Lestariana, W. dan M. Madiyah. 1988. Analisa Vitamin dan Elektrolit Organik. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Pinheiro-Santana, H., P. Stringheta, S. Brandao, H. Paez, dan V.M.V. de Queiroz. 2005. Evaluation of Total Carotenoids, α - and β -carotene in Carrots (*Daucus carota* L.) during Home Processing. http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/id/510889.html. Diakses tanggal 23 Januari 2009.
- Sastrosupadi, A. 2000. Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian. Edisi Revisi. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Satuhu, S. 1994. Penanganan dan Pengolahan Buah. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Soekarto, S.T. 1985. Penilaian Organoleptik untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian. Bharata Karya Aksara, Jakarta.
- Sudarmadji, S., B. Haryono, dan Suhardi. 1984. Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Penerbit Liberty, Yogyakarta.
- Tejasari. 2005. Nilai Gizi Pangan. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Winarno, F.G. 1989. Kimia Pangan dan Gizi. PT. Gramedia, Jakarta.