

PERUBAHAN KANDUNGAN LIKOPEN DAN KUALITAS PASTA TOMAT SELAMA PROSES PENGOLAHAN

Kun Tanti Dewandari, Sari Intan Kailaku dan Sunarmani

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian,
Jl. Tentara Pelajar 12 A Bogor
e-mail : bb_pascapanen@litbang.deptan.go.id

Pasta tomat adalah produk *intermediate* yang dapat digunakan sebagai bahan baku dalam industri makanan. Buah tomat mengandung senyawa yang sangat penting bagi kesehatan yaitu likopen. Likopen dalam tomat akan meningkat jumlahnya jika diproses menjadi jus, pasta dan lain-lain. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perubahan kadar likopen dalam proses pengolahan pasta tomat. Buah yang akan digunakan diperam dengan menggunakan etrel. Pada tahap ini dilakukan analisis fisik kimia sebelum dan setelah pemeraman. Buah kemudian diolah menjadi pasta dengan tahapan proses meliputi *blansir*, penghancuran (*pulping*) dan pemekatan (*evaporation*). Pada setiap tahapan proses yang melibatkan panas yaitu *blansir* dan pemekatan dilakukan analisis kadar likopen dan sifat fisiko kimia. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan pemeraman meningkatkan kandungan likopen dari 4,28 mg/100g menjadi 18,20 mg/100g. Sedangkan setelah proses *blansir* kadar likopen sebesar 20,56 mg/100g. Pada pasta tomat dengan total padatan terlarut 9, 12 dan 24 mengandung likopen berturut-turut sebesar 31,09 mg/100g, 50,93 mg/100g dan 67,25 mg/100g. Proses pemanasan dalam pengolahan tomat akan meningkatkan kadar likopen karena buah melunak sehingga kandungan likopen akan terlepas dan terekstrak dari strukturnya.

Kata kunci : tomat, pengolahan, pasta, likopen

ABSTRACT. K.T Dewandari, S.I Kailaku and Sunarmani. 2009. *The Changes of Lycopene Content during Tomato Paste Processing*. Tomato paste is an intermediate product used as raw material of processing in food industry. Tomato contains lycopene which is very beneficial for health. Availability of lycopene in tomato will increase if processed into juice, paste and others. The objective of this research was to observe the change of lycopene content in blanching during the processing of tomato paste. Ripening of tomato used ethrel, analysis physicochemical of tomato done before and after ripening. Processing steps of tomato paste included ripening, blanching, pulping and evaporation. Analysis of lycopene content and physicochemical properties were conducted in blanching and evaporation which were involved heat. Ripening increased lycopene content from 4.28 mg/100g to 18.20 mg/100g. After blanching treatment, lycopene content was 20.56 mg/100g. In tomato paste with total soluble solids of 9, 12 and 24 ° brix, the lycopene content were 31.09 mg/100g, 50.93 mg/100g and 67.25 mg/100g respectively. Heat treatment in tomato processing caused lycopene content was ruptured and release from their matrix.

Keywords : tomato, processing, paste, lycopene

PENDAHULUAN

Di Indonesia, tomat (*Lycopersicum esculentum*) merupakan produk hortikultura yang kaya akan vitamin dan mineral dengan produksi tahunan di Indonesia yang cukup tinggi yaitu 689.420 ton pada tahun 2008¹. Sifat buah tomat yang mudah rusak menyebabkan umur simpan yang pendek antara saat panen dan konsumsi, apabila tidak ada perlakuan untuk memperpanjang daya simpannya.

Salah satu upaya untuk mengatasi kerusakan pada tomat adalah dengan mengolah buah tomat menjadi pasta tomat. Pasta tomat merupakan produk setengah jadi yang banyak digunakan sebagai bahan baku sari buah, saus, sambal dan media pengalengan daging dan ikan.

Likopen merupakan senyawa fungsional yang terbukti bermanfaat untuk kesehatan. Selain tomat, berbagai produk olahan tomat juga kaya akan likopen. Senyawa ini berfungsi sebagai antioksidan yang aktivitasnya sangat

tinggi, khususnya terhadap oksigen yang reaktif. Dengan sifat dan kemampuannya itu, likopen mampu memberikan perlindungan dari risiko berbagai penyakit antara lain kanker dan jantung koroner².

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa likopen lebih mudah diserap oleh tubuh, jika tomat tersebut diproses menjadi produk - produk olahan tomat, terutama jika dalam formulasinya dilakukan penambahan sejumlah kecil minyak. Likopen yang berasal dari pasta tomat ternyata 2,5 kali lebih mudah diserap oleh tubuh dari pada likopen tomat segar. Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa paling tidak dibutuhkan sekitar 40 mg likopen atau 2 gelas jus tomat per harinya untuk menurunkan risiko terkena penyakit jantung².

Penelitian pasta tomat sudah banyak dilakukan. Pasta tomat yang terbuat dari tomat apel belum matang menunjukkan bahwa pemakaian sebanyak 10 dan 15% berpengaruh nyata terhadap kadar air, pH, viskositas dan Total Padatan Terlarut (TPT)³. Varietas tomat terbaik untuk

Tabel 1. Kandungan likopen dalam buah segar dan produk olahan
 Table 1. Lycopene content in fresh fruit and processed products

Bahan / Material	Kandungan Likopen / Lycopene content (mg/100g)
Pasta tomat / Tomato paste	42,2
Saus spaghetti / Spaghetti sauce	21,4
Sambal / Condiment	19,5
Saus tomat / Ketchup	15,9
Jus tomat / Tomato juice	9,5
Sup tomat / Tomato soup	7,2
Saus seafood / Seafood sauce	17,0
Semangka / Watermelon	4,0
Pink grapefruit	4,0
Tomat mentah / Raw tomatoes	8,8

Sumber : Tsang¹⁹

pengolahan pasta tomat adalah Fani. Pasta tomat Fani memiliki karakteristik yang sifat fisik dan kimianya tidak jauh berbeda dengan pasta tomat impor. Namun, ternyata varietas Fani belum banyak di pasaran karena kesulitan dalam budidaya serta kurang laku di pasaran⁴. Dalam pengolahan pasta tomat, varietas yang digunakan sangat berpengaruh terhadap kualitas. Kriteria yang memenuhi tomat sebagai bahan baku pasta adalah warna, jumlah biji, ketebalan daging dan kadar air⁵. Penelitian penyimpanan pasta tomat dengan kekentalan 21° brix dalam kemasan 0,08 mm tahan selama 2 bulan⁶.

Likopen merupakan senyawa karotenoid yang banyak terkandung dalam tomat. Fraksi likopen berjumlah kurang lebih 80% dari total karotenoid tomat⁷. Buah tomat dari berwarna hijau muda hingga merah mengalami peningkatan kandungan karotenoid yang terlibat dari terjadinya perubahan pigmen. Perubahan pigmen disebabkan karena peningkatan kandungan likopen yang berwarna kuning tua sampai merah tua⁸. Buah tomat matang memiliki kandungan likopen lebih tinggi dibanding buah mentah. Penggunaan suhu dalam proses pengolahan akan mempengaruhi juga kandungan likopen⁹. Kandungan likopen dalam produk olahan tomat sangat bervariasi seperti terlihat pada Tabel 1.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kadar likopen dalam tomat maupun produk olahan tomat selama proses pengolahan.

BAHAN DAN METODE

A. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah tomat varietas Martha yang dibeli dari petani di Sub Terminal Agribisnis (STA) Bayongbong, Kabupaten Garut dengan umur 100-110 hari setelah tanam (HST). Bahan pembantu meliputi kalium sorbat serta bahan kimia untuk analisis. Peralatan yang digunakan merupakan rangkaian proses pengolahan pasta tomat yang terdiri dari *blancer*,

pulper dan *evaporator*. Sedangkan peralatan untuk analisis meliputi hand refraktometer, HPLC, chromameter minolta 300. Penelitian dilakukan di STA Bayongbong Garut serta di Laboratorium Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian Bogor pada tahun 2005.

B. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dalam 2 tahap yaitu :

1. Pemeraman buah tomat

Buah tomat dibeli dari petani dengan umur panen 100-110 HST dengan warna kuning oranye dan kemudian diperam dengan menggunakan ethrel konsentrasi 150 mg/100g selama 2 hari pada suhu 18-20°C. Pemeraman dilakukan dengan meletakkan buah di dalam keranjang, kemudian diberi ethrel. Pemeraman dilakukan sebanyak 10 keranjang dengan jumlah buah sebanyak 50kg per keranjang. Keranjang kemudian ditutup dengan menggunakan plastik agar gas etilen yang terbentuk tidak keluar. Pemeraman diteruskan hingga diperoleh buah tomat dengan warna merah seragam. Analisis tomat meliputi kadar likopen serta fisik kimia dilakukan sebelum dan setelah pemeraman.

2. Pengolahan pasta tomat

Setelah dilakukan pemeraman, buah tomat dicuci dan diblansir selama 5 menit pada suhu 80-85°C. Pada tahapan blansir dilakukan analisis kadar likopen serta sifat fisik kimia buah. Setelah *diblansir*, buah tomat kemudian dihancurkan dengan menggunakan pulper sehingga terpisah dari biji dan kulit. Bubur buah tomat kemudian dimasukkan ke dalam evaporator dengan suhu 55-60°C untuk pemekatan bubur hingga diperoleh pasta tomat dengan total padatan terlarut (TPT) 9 dan dikemas sebanyak 500g/kantong dengan menggunakan plastik polipropilen 0,08 mm. Hal yang sama dilakukan untuk pasta tomat dengan TPT 12 dan 24° brix kemudian dikemas menggunakan plastik polietilen. Pada tahapan ini dilakukan kembali analisis kadar likopen serta sifat fisik dan kimia konsentrat.

Rancangan yang digunakan adalah Acak Lengkap dengan 2 ulangan. Parameter yang diuji meliputi kadar likopen yang diukur menggunakan HPLC¹¹, total asam (metode titrasi), pH, TPT, viskositas (rheometer), warna (kromameter) serta vitamin C (metode titrasi). Data yang diperoleh kemudian diolah menggunakan uji t.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pemeraman

Pemeraman merupakan proses penanganan pascapanen buah yang berguna untuk merangsang pematangan buah agar buah matang dan berwarna sempurna. Selama pemeraman terjadi perubahan warna dari hijau atau oranye menjadi merah. Pada proses pemeraman, buah tomat

Tabel 2. Sifat fisiko kimia tomat

Table 2. Physicochemical properties of tomato

Perlakuan / Treatment	TPT / TSS (° brix)	Warna/ Colour			Likopen / Lycopene (mg/100g)	Total asam / Total acid (%)	pH	Vitamin C/ Vitamin C (mg/100g)
		L	a	b				
Dengan pemeraman/ With ripening	5,0b	41,72a	21,09a	31,06b	18,20 b	0,48 a	4,5 b	20,3 a
Tanpa pemerama Without ripening	n/ 3,0a	40,35a	20,63a	25,87a	4,28 a	0,54 b	4,1 a	23,2 b

Keterangan/ Remarks: Angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5%/ Numbers designated by same letters in the same column are not significantly different at $\alpha=5\%$

disimpan dengan menggunakan keranjang yang ditutup plastik. Hasil analisis sifat fisik kimia buah tomat dapat dilihat pada Tabel 2. Dari hasil analisis sifat fisik buah tomat menunjukkan bahwa perlakuan dengan pemeraman berpengaruh terhadap peningkatan total padatan terlarut (TPT)¹².

Total padatan terlarut menunjukkan bahan-bahan yang terlarut di dalam larutan yang terdiri atas gula, asam organik, garam mineral, pektin dan protein. Perubahan kadar TPT menunjukkan bahwa dengan pemeraman, pembentukan gula meningkat dimana kandungan pati di dalam tomat berubah menjadi gula-gula pereduksi yang akan menimbulkan rasa manis¹³.

Nilai kecerahan (L) serta nilai a (merah) tomat cenderung stabil dan tidak mengalami peningkatan, hanya pada nilai b (kuning) terjadi penurunan. Hal ini dimungkinkan selama pemeraman terjadi perubahan pigmen kuning menjadi antosianin yang berwarna merah¹⁴.

B. Sifat Kimia Tomat

Kandungan likopen karena pemeraman mengalami peningkatan¹⁴. Hal ini kemungkinan karena pada pemeraman terjadi peningkatan produksi etilen yang diduga dapat meningkatkan sintesis likopen pada tomat yang diperam. Selain itu buah tomat merupakan buah klimakterik dimana meningkatnya proses respirasi sejalan dengan peningkatan sintesis etilen. Proses perkembangan dari warna oranye menjadi warna merah dimulai pada saat produksi etilen dimulai. Warna merah ini merupakan salah satu parameter peningkatan kadar likopen^{15,16}.

Pada proses pemeraman faktor suhu dan RH sangat berpengaruh karena likopen akan terbentuk pada suhu yang relatif rendah¹². Sintesis dan perombakan likopen dipengaruhi oleh suhu. Suhu 15,5-21,1°C merupakan suhu optimal untuk sintesis likopen. Suhu diatas 29,4°C dapat menghambat pembentukan likopen dalam buah tomat, sebaliknya suhu rendah menguntungkan perombakan likopen¹³. Rantai biosintesis karotenoid hingga terbentuk likopen yaitu :

phytoene → phytofluene → ζ carotene
neurosporene → lycopene → γ carotene
β carotene.

Selain itu, pada suhu yang lebih tinggi akan terjadi kegagalan perkembangan warna buah dari oranye ke merah. Pemeraman buah tomat pada suhu tinggi akan gagal membentuk pigmen merah yaitu likopen. Sintesis likopen akan terhambat pada suhu diatas 30°C dikarenakan pada suhu ini, pembentukan phytofluene terhambat dan mengalami penurunan. Selain itu beta-karoten juga akan mengalami penghambatan diatas suhu 30°C. Jika likopen merupakan prekursor dalam pembentukan beta-karoten, penghambatan sintesis likopen mengakibatkan penurunan juga dalam sintesis beta-karoten, berdasarkan Tomes¹⁷.

Selain kadar likopen, selama pemeraman terjadi perubahan total asam, pH dan vitamin C. Peningkatan pH sejalan dengan penurunan total asam dan vitamin C. Selama proses pematangan, asam-asam organik seperti asam askorbat akan mengalami penurunan. Asam-asam organik *non volatile* adalah salah satu komponen utama yang mengalami perubahan selama pematangan¹³.

Dari hasil percobaan ternyata perlakuan dengan pemeraman memberikan hasil yang lebih baik daripada perlakuan tanpa pemeraman. Hasil dari penelitian pendahuluan ini dijadikan dasar untuk menentukan buah tomat yang akan digunakan dalam pembuatan pasta tomat.

C. Blansir

1. Sifat fisik tomat

Blansir merupakan pemanasan pendahuluan pada bahan pangan seperti buah dan sayuran dengan air panas dibawah suhu 100°C dalam waktu singkat. Blansir selain untuk melunakkan bahan juga dapat memperbaiki tekstur produk sehingga dapat memperpanjang daya simpan produk¹⁸.

Blansir dilakukan pada suhu 80-85°C selama 5 menit. Perlakuan ini dapat menghambat aktivitas enzim dan mikroorganisme pada bahan terutama yang dapat menimbulkan perubahan-perubahan seperti pencoklatan enzimatis, perubahan flavour, aroma maupun pembusukan¹⁹. Perubahan sifat fisiko kimia tomat akibat perlakuan *blansir* dapat dilihat pada Tabel 3.

Selama proses blansir, terjadi peningkatan nilai L dan b. Semakin tinggi nilai L menunjukkan warna yang semakin gelap^{20,21}. Hal ini kemungkinan karena selama blansir masih

Tabel 3. Hasil analisis fisik kimia tomat setelah perlakuan blansir

Table 3. Analysis physicochemical of tomato after blanching treatment

Perlakuan / Treatment	TPT / TSS (° brix)	Warna / Colour			Total asam / Total acid (%)	pH	Vitamin C / Vitamin C (mg/100g)	Likopen / Lycopene (mg/100g)
		L	a	b				
Blansir/Blanching	4,8 a	42,12 b	18,07 a	30,66 b	0,51 a	4,5 a	19,8 a	20,56 b
Tanpa/ Without	5,0 a	40,35 a	20,63 b	25,87 a	0,54 a	4,5 a	20,3 a	18,20 a

Keterangan/Remarks: Angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% / numbers designated by same letters in the same column are not significantly different at $\alpha=5\%$

terjadi reaksi pencoklatan sehingga membuat tomat berwarna lebih gelap. Nilai a mengalami penurunan, yang menunjukkan berubahnya warna merah menjadi agak gelap.

2. Sifat kimia tomat

Selama proses blansir terjadi perubahan vitamin C dan kandungan likopen. Vitamin C cenderung mengalami penurunan walaupun secara statistik tidak menunjukkan perubahan yang signifikan. Penggunaan air dalam pemasakan akan mengakibatkan kehilangan vitamin terutama vitamin yang larut air seperti vitamin C²⁰. Selain itu penggunaan panas juga merupakan faktor penting yang mempengaruhi kerusakan dan penurunan jumlah vitamin C²².

Kandungan likopen pada buah tomat setelah diblansir mengalami peningkatan dan lebih mudah diekstrak. Peningkatan likopen terjadi karena pecahnya dinding sel sehingga ikatan antara likopen dan matrik jaringan menjadi lemah sehingga lebih mudah lepas²³. Proses blansir membuat jaringan tomat menjadi lunak sehingga likopen lebih mudah terekstrak²². Selain itu, peningkatan kadar likopen, bila dilakukan analisis kemungkinan akan terdeteksi likopen dalam bentuk cis yang mudah diserap. Hal ini karena penyebab utama perubahan likopen selama pengolahan adalah isomerisasi dan oksidasi. Isomerisasi mengubah semua isomer trans menjadi cis yang lebih mudah diserap. Hal ini disebabkan likopen terikat dengan struktur sel tomat dan perubahan suhu dalam proses pengolahan dapat melepaskan likopen dari struktur sel tersebut¹⁰. Pemanasan akan mengakibatkan komponen terlepas atau terestrukturnya. Selain itu adanya pemanasan sifat *bioavailability* likopen meningkat dibandingkan tomat segar^{24,25}. Suhu dan waktu pemanasan merupakan bagian

yang penting dalam perubahan konsentrasi likopen pada tomat¹⁹.

D. Pemekatan

Pada proses pembuatan pasta tomat dengan menggunakan evaporator, terjadi proses evaporasi yaitu menguapnya sebagian air dari suatu bahan pangan. Evaporasi diperlukan untuk memekatkan bubur sehingga menghasilkan pasta tomat dengan kekentalan tertentu. Pemekatan pasta tomat dilakukan hingga kekentalan 9, 12 dan 24° brix dengan waktu berturut-turut adalah 5, 8 dan 12 jam. Selama proses berlangsung, bahan pangan mengalami perubahan baik secara fisik maupun kimia. Perubahan fisik yang terjadi adalah perubahan TPT, viskositas dan warna. Sedangkan perubahan kimia meliputi kadar air, total asam tertitrasi, pH, vitamin C dan likopen.

TPT semakin meningkat selama evaporasi karena hilangnya air dari dalam bahan pangan. Selain itu dipengaruhi juga oleh meningkatnya kelarutan komponen-komponen tak larut seperti protopektin. Senyawa ini akan membentuk gel bila mengalami pemanasan. Pada produk pasta tomat, TPT menjadi parameter yang penting. Hasil analisis fisik dan kimia pasta tomat dapat dilihat pada Tabel 4 dan 5.

Viskositas pasta tomat mengalami peningkatan karena proses evaporasi. Semakin lama waktu pemanasan, gel yang terbentuk semakin banyak sehingga konsistensi konsentrat semakin meningkat. Dari hasil analisis warna dengan kromameter menunjukkan nilai a/b pasta tomat mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan warna pasta tomat tidak berkaitan dengan perubahan kandungan likopen.

Selain itu kandungan fisik dan kimia dari pasta tomat kemungkinan mempengaruhi kemerahan dan penampakan

Tabel 4. Sifat fisik pasta tomat

Table 4. Physical properties of tomato paste

	TPT / TSS (° brix)	Viscositas/ Viscosity (cps)	Warna / Colour		
			L	a	b
Light paste	9,0	2140 a	32,09 a	22,45 b	33,42 c
Medium paste	12,0	2590 b	39,13 b	22,54 b	30,82 b
Heavy paste	24,0	2680 b	40,03 c	18,75 a	26,53 a

Keterangan/ Remarks: Angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% / numbers designated by same letters in the same column are not significantly different at $\alpha=5\%$

Tabel 5. Sifat kimia pasta tomat

Table 5. Chemical properties of tomato paste

	Likopen / <i>Lycopene</i> (mg/100g)	Total asam / <i>Total acid</i> (%)	Vitamin C / <i>Vitamin C</i> (mg/100g)	pH
<i>Light paste</i>	31,09 a	0,91 a	35 a	4,5 b
<i>Medium paste</i>	50,93 b	1,32 b	40 b	4,5 b
<i>Heavy paste</i>	67,25 c	2,70 c	49 c	4,3 a

Keterangan/ Remarks: Angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5%/ numbers designated by same letters in the same column are not significantly different at $\alpha=5\%$

warna secara umum. Pada puree tomat yang dipanaskan menunjukkan nilai a dan b puree tomat menurun setelah dipanaskan pada suhu 60, 80, 100 dan 120°C²⁶.

Berkurangnya volume bahan selama proses evaporasi meningkatkan konsentrasi total asam dan vitamin C. Vitamin C tergolong vitamin yang larut air dan paling mudah rusak. Proses evaporasi adalah proses yang melibatkan panas yang dapat mempengaruhi oksidasi vitamin C yang dikandung dalam tomat. Kehilangan vitamin C terbesar bergantung pada suhu dimana pada penelitian ini, kehilangan yang terjadi pada suhu 80 dan 110°C berturut-turut sebesar 40 dan 80%²⁷.

Hasil analisis kimia menunjukkan bahwa proses pemekatan meningkatkan kandungan likopen. Konsentrasi likopen pada pasta tomat *heavy* lebih tinggi dibandingkan pasta tomat *medium* dan pasta tomat *light*. Proses pengolahan tomat menjadi saos dan pasta, selain akan meningkatkan nilai tambah juga akan meningkatkan kadar likopen karena adanya proses panas^{28,29}. Selain itu kemungkinan karena adanya proses panas akan meningkatkan kandungan likopen. Perubahan likopen selama pemanasan disebabkan oleh banyak faktor diantaranya, terjadi isomerisasi likopen yaitu perubahan likopen trans menjadi likopen cis. Pemanasan dapat memecah dinding sel dan melepaskan lebih banyak likopen trans dari matrik tomat dan berubah menjadi likopen cis^{26,30}.

KESIMPULAN

Proses pengolahan pasta tomat melalui berbagai tahapan yaitu pemeraman, blansir dan pemekatan. Pada proses pemeraman, terjadi peningkatan nilai TPT, likopen dan vitamin C berturut-turut dari 3 menjadi 5° brix; 4,28 menjadi 18,20 mg/100g dan 108 menjadi 123,27 mg/100g. Sedangkan pada proses *blansir* meningkatkan kandungan likopen dari 18,20 menjadi 20,56 mg/100g. Proses pemekatan bubur buah sehingga menjadi pasta tomat dengan kekentalan 9, 12 dan 24° brix memiliki kandungan likopen berturut-turut 31,09; 50,93 dan 67,25 mg/100g.

DAFTAR PUSTAKA

1. Produksi tanaman sayuran di Indonesia, periode 2003-2008. Jakarta: Direktorat Jenderal Hortikultura. Departemen Pertanian; 2006.
2. Rao, Agarwal. Tomato juice protects against atherosclerosis and coronary heart disease. *Lipids Journal*. October; 1998.
3. Setiyoningrum F, Surahman DN. Pengaruh penggunaan tomat apel belum matang terhadap mutu pasta tomat di PT. Mitra Aneka Food-Kuningan [Internet]. 2009 [Diunduh 13 April 2009]. Tersedia di : http://www.fisika.brawijaya.ac.id/bss-ub/proceeding/PDF%20FILES/BSS_235_2.pdf
4. Iskandar A. Proses produksi pasta tomat sebagai substitusi pasta tomat impor. Laporan Akhir Penelitian. Bogor: Lembaga Penelitian IPB. 2000
5. Ameriana M, Hartuti N, Sofiari E. Kelayakan teknis dan finansial pasta tomat hasil penelitian Balai Penelitian Tanaman Sayuran. *Jurnal Hortikultura*. 2002; 12 (3):198-206.
6. Sunarmani, Budiyo A, Agustinisari I. Studi pembuatan pasta tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) dengan beberapa total padatan terlarut. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian*. 2008; 4(1):41-45.
7. Tomes MI, Quackenbush FW, Kargl TF. Synthesis of α -Carotene in the tomato fruit. *JSTOR: Botanical Gazette*. 1958; 119(4):250-253.
8. Fraser PD, Truesdale MR, Bird CR, Schuch W, Bramley PM. Carotenoid biosynthesis during tomato fruit development. *Plant Physiol*. 1994; 105:405-413.
9. Takeoka GR, Dao L, Stephean F, David MG, William TJ. Processing effects on lycopene content and antioxidant activity of tomatoes. *Journal Agriculture Food Chemical*. 2001; (49) : 3713 – 3717
10. Tsang G. Lycopene in tomatoes and prostate cancer [Internet]. 2005 [Diunduh 4 November 2007]. Tersedia di : <http://www.healthcastle.com>
11. Food Standards Agency Information Bulletin on Methods of Analysis and Sampling for Foodstuff (56). FSA; 2005.

12. Lurie S, Klein JD. Ripening characteristics of tomatoes stored at 12°C and 2°C following a prestorage heat treatment. *Scientia Horticulturae*. 1992; 51: 55-64.
13. Pantastico ER. Fisiologi Pascapanen Penanganan dan Pemanfaatan Buah-buahan dan Sayuran Tropika dan Sub Tropika. Yogyakarta: UGM Press; 1973.
14. Wu M, Kubota C. Effects of high electrical conductivity of nutrient solution adds application timing on lycopene, chlorophyll and sugar concentrations of hidroponic tomatoes during ripening. *Scientia Horticulturae*. 2008; 116: 122-129.
15. Thompson KA, Marshall MR, Sims CA, Wei CI, Sargent SA, Scott JW. Cultivar maturity, and heat treatment on lycopene content in tomatoes. *Journal of Food Science*. 2000; 65 (5):791-795.
16. Calligaris S, Falcone P, Anese M. Colour changes of tomato purees during storage at freezing temperatures. *Journal of Food Science*. 2002; 67(6): 2432-2435.
17. Tomes MI. Temperature inhibition of carotene synthesis in tomato. *JSTOR: Botanical Gazette*. 1963; 124(3):180-185.
18. Buckle K, Edwards RA, Fleet GH, Wootton M. Ilmu Pangan [Purnomo H, Adiono, terjemahan] Jakarta: Universitas Indonesia; 1987.
19. Mayeaux M, Xu Z, King JM, Prinyawiwatkul W. Effects of cooking conditions on the lycopene content in tomatoes. *Journal of Food Science*. 2006; 71(6): 461-464
20. Sahlin E, Savage GP, Lister CE. Investigation of the antioxidant properties of tomatoes after processing. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2004; 17: 635-647.
21. Chang CH, Liu YC. Study on lycopene and antioxidant contents variations in tomatoes under air drying process. *Journal of Food Science*. 2007; 72(9): 532-540.
22. Toor RK, Savage GP. Antioxidant activity in different fractions of tomatoes. *Food Research International*. 2005; 38:487-49.
23. Parada J, Aguilera JM. Food Microstructure affects the bioavailability of several nutrients. *Journal of Food Science*. 2007; 72(2):21-32.
24. Shi J, Le Maguer M. Lycopene in tomatoes : Chemical and physical properties affected by food processing. *Critical Review of Food Science and Nutrition*. 2000; 40(1) : 1-42
25. Anguelova T, Warthsen J. Lycopene stability in tomato powders. *Journal of Food Science*. 2000; 65:67-70.
26. Shi J, Dai Y, Kakuda Y, Mittal G, Xue SJ. Effect of heating and exposure to light on the stability of lycopene in tomato puree. *Food Control* xxx; 2007.
27. Zanon B, Peri C, Nani R, Lavelli Y. Oxidative heat damage of tomato halves as affected by drying. *Food Research International*. 1999; 31: 395-401.
28. Nguyen ML, Schwartz SJ. Lycopene : chemical and biological properties. *Food Technology*. 1999; 53(2):38-45.
29. Sadler GJ, Davis D, Dezman. Rapid extraction of lycopene and α -carotene from reconstituted tomato paste and pink grapefruit homogenates. *Journal Food Science* 1990; 55:1460-1461.
30. Toor RK, Savage GP. Effect of Semi-Drying on The antioxidant Components of tomatoes. *Food Chemistry*. 2006; 94: 90-97.