

## **KARAKTERISTIK PASTA TOMAT DENGAN PENAMBAHAN ASAM SITRAT SELAMA PENYIMPANAN**

*[Quality Characteristics of Tomato Paste During Storage with The Addition of Citric Acid]*

**Christine F. Mamuja<sup>1)</sup>, Lus Helvriana<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Program Studi Ilmu Pangan, Pascasarjana, Universitas Sam Ratulangi, Manado

<sup>2)</sup>Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi, Manado

### **ABSTRAK**

Tomat mudah rusak disebabkan faktor fisik, kimia dan biologi. Salah satu usaha penanganan saat produksi buah tomat melimpah yaitu diolah menjadi pasta tomat. Untuk memperpanjang masa simpan pasta tomat perlu ditambahkan zat aditif seperti asam sitrat. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh penambahan asam sitrat terhadap karakteristik pasta tomat selama penyimpanan. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap factorial yang terdiri dari 2 faktor yaitu faktor A (konsentrasi asam sitrat) dan faktor B (lama penyimpanan) dengan 3 kali ulangan. Parameter yang diuji meliputi total padatan, pH, vitamin C, dan total mikroba dan analisa organoleptik. Hasil penelitian menunjukkan total padatan berkisar 12,31-14,42%, total padatan terendah diperoleh dari perlakuan penambahan asam sitrat 0,1% pada penyimpanan 4 minggu. Untuk nilai pH berkisar antara 3,81-4,29, vitamin C berkisar 3,75-6,63 mg, dan total mikroba pada perlakuan penambahan asam sitrat 0,1% dengan lama penyimpanan 4 minggu berkisar antara  $2,8 \times 10^2$ - $9,3 \times 10^2$ . Dari hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa penambahan asam sitrat berpengaruh terhadap parameter yang diamati dimana semakin tinggi konsentrasi asam sitrat total padatan, pH dan total mikroba semakin menurun. Dan selama penyimpanan terjadi peningkatan jumlah mikroba dan penurunan kandungan vitamin C dan nilai organoleptik pasta tomat.

Kata kunci: asam sitrat, buah tomat, pasta tomat, total mikroba

### **ABSTRACT**

*Tomatoes are easily damaged due to physical, chemical and biological factors. When the production of tomato fruits is abundant, one of the handling efforts is to process tomato to become a paste. To extend the shelf life of tomato pastes, it is added additives such as citric acid. This study aimed to determine the effect of citric acid addition to the characteristics of the tomato paste during storage. This study used factorial completely randomized design consisting of two factors, namely factor A (concentration of citric acid) and factor B (storage time) with three replications. Tested parameters consisted of total solids, pH, vitamin C, total microbial, and organoleptic analysis. The results showed that the total solids ranged from 12.31 to 14.42%, with the lowest total solids was obtained from the treatment of citric acid addition of 0.1% at 4 weeks of storage. pH values ranged from 3.81 to 4.29, vitamin C ranged from 3.75 – 6.63 mg, and the total microbes ranged from  $2.8 \times 10^2$  –  $9.3 \times 10^2$  were documented on treatment of 0.1% citric acid addition at 4 weeks of storage. From the results, it can be concluded that the addition of citric acid affected the observed parameters, the higher the concentration of citric acid the lower the total solids, pH and the total microbes. Also during storage, it showed the increasing number of microbes, and the decreasing amount of vitamin C as well as the organoleptic value of the tomato paste.*

*Keywords: citric acid, tomato paste, tomatoes, total microbes*

## PENDAHULUAN

Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill), merupakan komoditas yang cepat rusak (*perishable*), sehingga memerlukan penanganan yang tepat setelah panen. Menurut Dewayani dan Darmawidaha (2008), kehilangan hasil akibat penanganan pasca panen yang salah dapat mencapai 25%. Pada musim panen raya, panen yang melimpah menyebabkan harga tomat turun jauh. Pengolahan tomat menjadi berbagai produk pangan menjadi salah satu pilihan untuk mengatasi melimpahnya produksi. Dengan tersedianya produk olahan tomat, konsumen dapat memperoleh manfaat dari sifat fungsional tomat kapan saja, salah satu bentuk olahan tomat yaitu pasta tomat. Pasta tomat merupakan bahan baku dalam pembuatan saus tomat dan bahan tambahan dalam proses pengalengan ikan, daging, sayuran dan lainnya. Pasta tomat adalah konsentrat tomat yang mengandung 24% atau lebih padatan terlarut tomat alami (Astawan 2008 dalam Wandestri dkk 2016).

Hingga saat ini Indonesia belum mampu memproduksi dan mengembangkan industri pasta tomat. Beberapa hambatan hambatan dalam pengembangan industri pasta tomat adalah rendahnya produktivitas tomat dan kontinuitas yang tidak terjaga (Hok dkk, 2007). Beberapa produsen mengimpor dari luar negeri sehingga pengolahan tomat menjadi pasta tomat akan sangat membantu dalam meningkatkan nilai tambah dan mengurangi ketergantungan impor. Karakteristik fisiko-kimia pasta tomat impor dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Fisiko-kimia Pasta Tomat Impor

Parameter Analisis	Merek Pasta Tomat Impor		
	Heinz	Del Monte	S & W
Kadar Air (%)	77,0	78,2	78,3
Vitamin C (mg//100g)	5,85	4,34	4,73
Total Asam (g/100g)	0,07	0,09	0,09
pH	4,88	4,75	4,81
Total Padatan Terlarut	23,87	27,13	28,83
Warna (a/b chromatometer)	2,82	1,79	1,75
Kadar Abu (%)	3,26	2,43	2,31

Sumber : Bella (2002)

Ada berbagai macam kadar total padatan terlarut dalam pasta tomat yang beredar di pasaran, namun Badan Standar Nasional Indonesia (SNI 01-4217-1996) menetapkan padatan terlarut dalam pasta tomat adalah  $\geq 24\%$ . Spesifikasi produk pasta tomat untuk industri saus tomat dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi Produk Pasta Tomat untuk Industri

Parameter analisa	Standar industri
Warna	Merah
Aroma dan rasa	Normal
Total asam	1,8 - 2,2%
pH	3,8 - 4,4
Kekentalan	28,0 – 30,0 °brix

Sumber : Americana *et.al* (2002) dalam Sumarnami, et al. (2005)

Menurut Marpaung (1997), persyaratan terhadap hasil olahan pasta yaitu :

- a. Berkadar asam tinggi
- b. Berwarna merah cerah
- c. Menggunakan maizena 1% sebagai pengental dan penstabil

Pembuatan pasta tomat meliputi sortasi buah tomat, pembersihan, blansing, pengupasan kulit, penghancuran, penyaringan, penambahan tepung maizena dan asam sitrat, pemanasan dan pengemasan. Penambahan asam sitrat dalam industri pengolahan pangan yaitu sebagai penguat rasa, pengawet, pencegah kerusakan warna dan aroma, dan sebagai pengatur pH asam sitrat cukup baik sebagai pengatur pH karena dapat menurunkan pH dalam bahan pangan sehingga menurunkan resiko tumbuhnya mikroba yang dapat menyebabkan kerusakan bahan pangan (Winarno, 2002). Menurut peraturan Menteri Kesehatan RI No. 722/Menkes/Per/IX/88, pada pembuatan pasta tomat, asam sitrat ditambahkan secukupnya sampai pH tidak lebih dari 4,3.

Berdasarkan uraian di atas, maka peneliti tertarik melakukan penelitian ini untuk menentukan pengaruh penambahan asam sitrat pada mutu pasta tomat selama penyimpanan.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **Bahan dan Alat**

Bahan yang digunakan adalah tomat apel yang langsung diambil dari petani di Desa Tombatu, tepung maizena (Honic) dan asam sitrat.

Alat yang digunakan adalah blender, pisau stainless steel, panci stainless steel, timbangan analitik, gelas ukur, sendok pengaduk, thermometer, kompor, wadah penampung, waterbath dan alat-alat analisa.

### **Metode penelitian**

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan percobaan Rancangan Acak Lengkap faktorial dengan 3 kali ulangan. Perlakuan terdiri dari 2 faktor yaitu

konsentrasi asam sitrat (A) dan Lama Penyimpanan (B) sebagai berikut :

### **Faktor A (Konsentrasi Asam Sitrat)**

- A<sub>1</sub> : Konsentrasi Asam Sitrat 0%  
A<sub>2</sub> : Konsentrasi Asam Sitrat 0,05%  
A<sub>3</sub> : Konsentrasi Asam Sitrat 0,1%

### **Faktor B (Lama Penyimpanan)**

- B<sub>1</sub> : Lama penyimpanan 0 minggu  
B<sub>2</sub> : Lama penyimpanan 1 minggu  
B<sub>3</sub> : Lama penyimpanan 2 minggu  
B<sub>4</sub> : Lama penyimpanan 3 minggu  
B<sub>5</sub> : Lama penyimpanan 4 minggu

Dari rancangan di atas diperoleh 45 unit percobaan.

### **Pembuatan Pasta Tomat**

Tomat yang telah disortasi, ditimbang (sebanyak 5 kg), dicuci bersih, kemudian diblansir pada suhu 70°C selama 3 menit. Kemudian dikupas kulitnya dan diblender lalu disaring bijinya. Bubur tomat yang sudah halus kemudian ditambahkan tepung maizena 1% dan asam sitrat sesuai perlakuan dan dipanaskan selama ±120 menit sambil diaduk. Setelah itu dimasukkan ke dalam botol steril tertutup. Pasteurisasi pada suhu 80°C selama 15 menit dan disimpan selama 1 bulan dan diamati setiap 1 minggu.

### **Variabel Pengamatan**

Variabel yang diamati meliputi total padatan, nilai pH, Kandungan vitamin C dan uji organoleptik

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Total Padatan**

Total padatan diukur sebagai padatan terlarut dan padatan tidak terlarut. Hasil analisa terhadap total padatan pasta tomat selama penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 3.

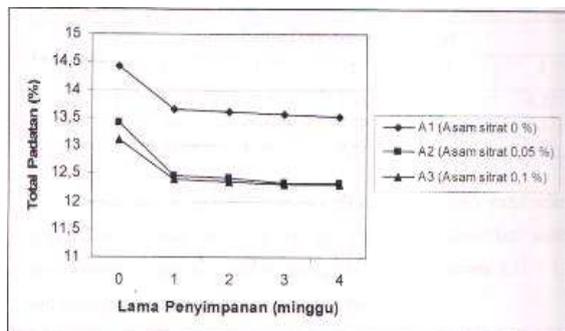
Tabel 3. Rata-Rata Total pada Pasta Tomat

Asam Sitrat	Lama Penyimpanan (minggu)				
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>
A <sub>1</sub>	14,42	13,64	13,60	13,56	13,52
A <sub>2</sub>	13,40	12,46	12,41	12,34	12,33
A <sub>3</sub>	13,10	12,39	12,35	12,32	12,31

Dari tabel 3 dapat dilihat bahwa rata-rata total padatan pasta tomat yang dihasilkan berkisar antara 12,31-14,42%. Total padatan tertinggi diperoleh pada perlakuan tanpa penambahan asam sitrat dengan penyimpanan 0 minggu.

Hasil analisa sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan asam sitrat memberikan pengaruh yang nyata terhadap total padatan pasta tomat sedangkan lama penyimpanan dan interaksinya tidak memberikan pengaruh terhadap total padatan pasta tomat. Total padatan pasta tomat tanpa penambahan asam sitrat (A<sub>1</sub>) lebih tinggi dari penambahan 0,05% dan 0,1% artinya perlakuan A<sub>1</sub> berbeda nyata dengan perlakuan A<sub>2</sub> dan A<sub>3</sub>. Hal ini disebabkan karena ada penambahan tepung maizena dalam yang diduga memberikan pengaruh total padatan yang dihasilkan. Menurut Haryadi (1999), pada pH yang sangat asam hidrolisis ikatan – ikatan glukosidik pada pati selama gelatinisasi dapat terjadi dengan akibat menurunkan kekentalan gel.

Hubungan antara penambahan asam sitrat dan lama penyimpanan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Hubungan antara penambahan asam sitrat dan lama penyimpanan terhadap total padatan pasta tomat

Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa total padatan pasta tomat semakin menurun selama penyimpanan. Hal ini disebabkan karena kandungan air pasta tomat semakin meningkat selama penyimpanan. Semakin meningkatnya kadar air pada pasta tomat selama penyimpanan disebabkan beberapa mikroorganisme aerob yang tumbuh dapat mengubah glukosa menjadi air, CO<sub>2</sub>, dan sejumlah energi untuk pertumbuhannya (Buckle dkk, 1985).

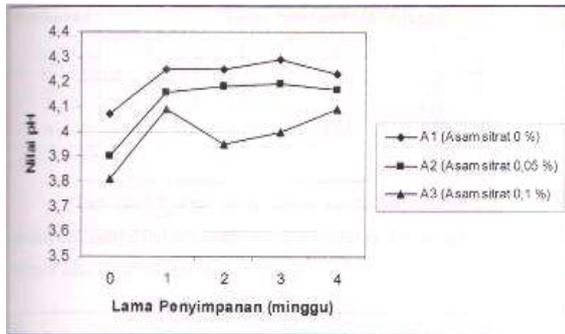
### Derajat Keasaman (pH)

Berdasarkan hasil analisa sidik ragam penambahan asam sitrat dan lama penyimpanan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap nilai pH pasta tomat. Hasil pengukuran pH pasta tomat dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata Hasil Pengukuran Derajat Keasaman (pH)

Asam Sitrat	Lama Penyimpanan (minggu)				
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>
A <sub>1</sub>	4,07	4,25	4,25	4,29	4,23
A <sub>2</sub>	3,90	4,16	4,18	4,19	4,17
A <sub>3</sub>	3,81	4,09	3,95	4,00	4,09

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa pH pasta tomat yang dihasilkan berkisar antara 3,81-4,29 dan dapat digolongkan dalam bahan pangan asam. Semakin tinggi konsentrasi asam sitrat yang ditambahkan semakin rendah pH pasta tomat dan semakin lama penyimpanan semakin tinggi nilai pH. Nilai pH yang dihasilkan secara keseluruhan masih masuk dalam spesifikasi industry untuk pasta tomat yaitu 3,80-4,4. Hasil uji BNT menunjukkan bahwa perlakuan A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, dan A<sub>3</sub> saling berbeda nyata. Dan perlakuan B<sub>1</sub> berbeda nyata dengan keempat perlakuan lainnya. nilai pH pasta tomat dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Hubungan antara penambahan asam sitrat dan lama penyimpanan terhadap pH pasta tomat

Dari gambar 2 dapat dilihat peningkatan nilai pH pasta tomat selama penyimpanan. Peningkatan pH selama penyimpanan diduga karena terjadi proses fermentasi oleh mikroba yang tumbuh selama penyimpanan. Buckle, dkk (1985) mengemukakan bahwa beberapa mikroorganisme khususnya khamir dan kapang dapat memecah asam yang secara alamiah ada dalam bahan pangan atau yang ditambahkan, akan mengakibatkan kenaikan pH.

### Vitamin C

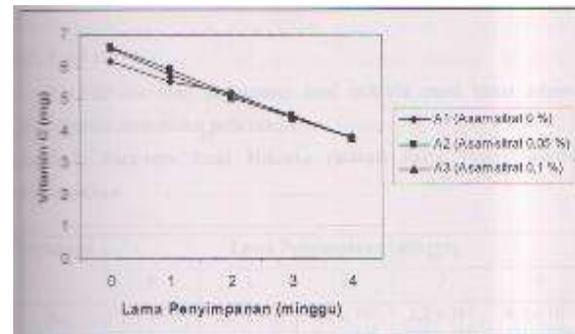
Hasil analisa vitamin C pasta tomat berkisar antara 3,75-6,63. Selama penyimpanan terjadi penurunan kandungan vitamin C pada pasta tomat, dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Rata-Rata Kandungan Vitamin C (mg) Pasta Tomat

Asam Sitrat	Lama Penyimpanan (minggu)				
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>
A <sub>1</sub>	6,19	5,54	5,19	4,42	3,81
A <sub>2</sub>	6,63	5,90	5,13	4,46	3,75
A <sub>3</sub>	6,57	5,75	5,05	4,40	3,78

Berdasarkan analisa sidik ragam, perlakuan penambahan asam sitrat tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kandungan vitamin C pasta tomat. Penurunan terjadi karena lama penyimpanan. Hasil uji BNT menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan lama penyimpanan saling berbeda nyata.

Penurunan kandungan vitamin C dapat dilihat jelas pada gambar 3.



Gambar 2. Hubungan antara penambahan asam sitrat dan lama penyimpanan terhadap vitamin C pasta tomat

Selama penyimpanan terjadi penurunan kandungan vitamin C, hal ini karena vitamin C merupakan vitamin yang paling mudah rusak disamping disamping sangat larut dalam air juga mudah teroksidasi selama penyimpanan. Menurut Wong (1989), kehilangan vitamin C dipengaruhi oleh pengolahan, penanganan dan penyimpanan.

### Total Mikroba

Rata-rata hasil pengamatan total mikroba selama penyimpanan dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Rata-Rata Total Mikroba (Koloni) Pasta Tomat selama Penyimpanan

Asam Sitrat	Lama Penyimpanan (minggu)				
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>
A <sub>1</sub>	1,7x10 <sup>3</sup>	2,0x10 <sup>3</sup>	2,6x10 <sup>3</sup>	2,2x10 <sup>3</sup>	4,3x10 <sup>3</sup>
A <sub>2</sub>	6,7x10 <sup>2</sup>	1,6x10 <sup>3</sup>	2,4x10 <sup>3</sup>	2,1x10 <sup>3</sup>	1,8x10 <sup>3</sup>
A <sub>3</sub>	2,8x10 <sup>2</sup>	1,4x10 <sup>3</sup>	1,8x10 <sup>3</sup>	1,6x10 <sup>3</sup>	9,3x10 <sup>3</sup>

Dari hasil penelitian diketahui bahwa total mikroba terendah diperoleh dari perlakuan penambahan asam sitrat 0,1% yang pada awal penyimpanan yaitu 2,8x10<sup>2</sup> menjadi 9,3x10<sup>3</sup> setelah penyimpanan 4 minggu. Total mikroba meningkat selama penyimpanan terutama pada perlakuan tanpa penambahan asam sitrat.

Jika dihubungkan dengan nilai pH pasta tomat yang dihasilkan yaitu antara 3,81 – 4,29, kebanyakan mikroorganisme yang dapat tumbuh pada kisaran pH ini adalah kapang dan khamir. Menurut Supardi dan Sukanto (1999) khamir lebih tahan terhadap asam daripada bakteri dan sangat erat hubungannya dengan kerusakan buah-buahan, sari buah dan minuman ringan.

Penambahan asam sitrat dapat menghambat pertumbuhan mikroba, dimana semakin banyak konsentrasi asam sitrat yang ditambahkan, semakin kecil jumlah koloni total mikroba yang tumbuh. Semakin lama penyimpanan, jumlah koloni mikroba semakin tinggi karena mikroba sudah mengalami pembiakan. Menurut Sukardi dan Sukanto (1999), populasi mikroorganisme dalam setiap bahan makanan dipengaruhi oleh berbagai factor, seperti tersedianya nutrient, air, suhu, pH dan adanya zat penghambat.

### **Analisis Organoleptik**

#### **Warna**

Hasil uji organoleptik terhadap warna pasta tomat menghasilkan rata-rata tingkat kesukaan terendah adalah 2,35 (tidak suka) yaitu pada penambahan 0,05% selama penyimpanan 4 minggu dan nilai tertinggi 4,25 (agak suka) yaitu pada penambahan asam 0,05% pada penyimpanan 0 minggu.

Hasil analisa statistik menunjukkan bahwa penambahan asam sitrat, lama penyimpanan dan interaksinya memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap tomat. Nilai organoleptik untuk warna pasta tomat yang dihasilkan semakin menurun selama penyimpanan karena terjadi perubahan warna. Menurut Buckle dkk (1985) kebanyakan makanan kering dan makan setengah basah dapat mengalami pencoklatan. Reaksi ini dipengaruhi oleh kadar air. Umumnya cairan yang dipekatkan (sari buah pekat yang tidak dibekukan) dan makanan setengah basa hada dalam kisaran kadar air yang memungkinkan terjadinya pencoklatan.

#### **Bau**

Rata-rata tingkat kesukaan panelis terhadap bau pasta tomat berkisar antara 3,65 (agak suka) yaitu pada penambahan asam sitrat 0,05% selama penyimpanan 0 minggu sampai 2,90 (tidak suka) yaitu pada penambahan 0,05% selama 4 minggu.

Penambahan asam sitrat tidak berpengaruh nyata terhadap bau pasta tomat yang dihasilkan sedangkan lama penyimpanan memberikan pengaruh sangat nyata terhadap bau pasta tomat.

Nilai kesukaan terhadap bau menurun selama penyimpanan diduga karena terjadi proses fermentasi yang menghasilkan etanol yang kurang disukai oleh panelis. Menurut Buckle (1985) kebanyakan khamir cenderung memfermentasikan substrat karbohidrat untuk menghasilkan etanol. Hal ini menyebabkan tingkat penerimaan panelis terhadap bau semakin menurun.

#### **Rasa**

Berdasarkan hasil pengujian organoleptik terhadap rasa pasta tomat diperoleh nilai rata-rata tertinggi adalah 4,25 (suka) diperoleh dari perlakuan penambahan asam sitrat 0,05% dan lama penyimpan 0 minggu, sedangkan nilai rata-rata terendah adalah 2,90 (agak suka) pada perlakuan tanpa penambahan asam sitrat dan lama penyimpanan 4 minggu.

Hasil analisa sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan asam sitrat dan interaksi dengan lam penyimpanan tidak berpengaruh nyata terhadap rasa tomat, sedangkan lama penyimpanan berpengaruh sangat nyata terhadap rasa pasta tomat yang dihasilkan.

Rasa asam yang khas pada pasta tomat berubah menjadi rasa yang tidak disukai oleh panelis diduga karena kenaikan pH selama penyimpanan. Menurut Buckle (1985), selama penyimpanan terjadi kenaikan pH akibat aktifitas khamir dan kapang.

## KESIMPULAN

### Kesimpulan

1. Asam sitrat sangat berpengaruh terhadap total padatan, nilai pH dan total mikroba, semakin tinggi konsentrasi asam sitrat yang ditambahkan, total padatan, pH dan total mikroba semakin menurun.
2. semakin lama penyimpanan total padatan dan vitamin C semakin menurun tetapi total mikroba dan nilai pH semakin meningkat.
3. Uji organoleptik terhadap warna, bau dan rasa pasta tomat menunjukkan bahwa tingkat kesukaan panelis pada penyimpanan minggu ke-3 masih dapat diterima oleh panelis.

## DAFTAR PUSTAKA

Bella DS. 2002. Pengaruh Varietas dan Evaporasi Terhadap Mutu Pasta Tomat. Skripsi. Fateta IPB.

Buckle KA, Edwards RA, Fleet GH, Wooton DM. 1985. Ilmu Pangan, Penerjemah H. Purnomo dan Adiono. UI Jakarta.

Dewayani W, Darmawidah A. 2008. Peningkatan mutu dan daya simpan pasta tomat dengan cara blansing. Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian Vol. 11 No. 3.

Haryadi. 1999. Hidrololoid Gel. Hand Out Jurusan Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian UGM. Yogyakarta.

Hok KT, Setyo W, Irawaty W, Soetaredjo FE. 2007. Pengaruh suhu dan waktu pemanasan terhadap kandungan vitamin C pada proses pembuatan pasta tomat. Jurnal Widya Teknik Vol. 6. No. 2. Jurusan Teknik Kimia.

Universitas Katolik Widya Mandala. Surabaya.

Marpaung L. 1997. Pemanenan dan Penanganan Buah Tomat dalam Teknologi Produksi Tomat. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Lembang.

[SNI] Badan Standarisasi Nasional. SNI 01-4217-1996. Konsentrat Buah Tomat. Badan Standarisasi Nasional Indonesia. Jakarta.

Sunarmani I, Agustinisari, Hartuti N, Yulianingsih. 2005. Studi Pembuatan Pasta Tomat dari Beberapa Varietas. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Inovatif Pasca Panen Untuk Pengembangan Industri Berbasis Pertanian. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pasca Panen Pertanian, Bogor.

Supardi I, Sukamto. 1999. Mikrobiologi Dalam Pengolahan dan Keamanan Pangan. Alumni. Bandung.

Winarno FG. 2002. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia. Jakarta.

Wong DS. 1989. Mechanism and Theory in Food Chemistry. Nostrand Reinhold. New York.