

PENGARUH SUHU DAN WAKTU PEMANASAN TERHADAP KANDUNGAN VITAMIN A DAN C PADA PROSES PEMBUATAN PASTA TOMAT

Kang Tuan Hok¹⁾, Wiwit Setyo¹⁾, Wenny Irawaty²⁾, Felycia Edi Soetaredjo²⁾
E-mail: fely@mail.wima.ac.id

ABSTRAK

Buah tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill) termasuk sayuran buah yang banyak disukai karena rasanya enak dan segar. Kualitas tomat dapat ditinjau dari rasa manis, asam, kekenyalan, dan jumlah air buah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari hubungan suhu dan waktu pemanasan terhadap kadar vitamin A dan C dan untuk mengetahui suhu pemanasan yang optimum serta mempelajari kinetika degradasi termal pada pembuatan pasta tomat. Metode penelitian ini sebagai berikut mula-mula tomat yang sudah diblender dipanaskan dengan suhu tertentu, tiap selang waktu tertentu sampel diambil untuk dianalisis kadar vitamin C, A dan kadar padatan terlarut. Selain itu juga dianalisis konsentrasi vitamin C dalam tomat. Analisis ini dilakukan dengan beberapa metode antara lain titrasi iodometri, dan analisis dengan spektrofotometer. Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa:

1. semakin lama waktu pemanasan kadar padatan terlarut dalam pasta tomat semakin besar sehingga dan nilai kadar tersebut sesuai dengan SNI 01-3546-2004 yaitu minimum 24%. Untuk pengaruh suhu pemanasan yang semakin tinggi maka penurunan kadar vitamin C semakin besar, dan juga penurunan kadar vitamin A semakin besar akibat terdegradasi oleh panas;
2. reaksi degradasi termal vitamin C dalam pasta tomat mengikuti reaksi orde satu, sehingga diperoleh nilai k_0 dan E untuk reaksi tersebut adalah $k_0=0,6126$ menit⁻¹ dan $E=3.292,08$ cal/mol.

Kata kunci: tomat, suhu, vitamin A dan C, kinetika, degradasi

PENDAHULUAN

Buah tomat dikenal dalam kehidupan sehari-hari. Buah tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill) termasuk sayuran buah yang banyak disukai karena rasanya enak dan segar. Menurut Amariana^[1] kualitas tomat dapat ditinjau dari rasa manis, asam, kekenyalan, dan jumlah air buah. Masalah utama pada tomat yang merupakan komoditas adalah bahwa buah tomat bersifat mudah rusak dalam penyimpanannya. Umur simpan tomat sekitar 2 minggu, dan kerusakan pasca panen seperti kerusakan fisik, pengaruh mekanisme yang dapat menyebabkan turunnya nilai mutu fisik dan gizi. Pengolahan tomat setelah panen dapat memperkecil kerusakan dan meningkatkan nilai ekonomisnya. Dengan berkembangnya pola konsumsi masyarakat, tomat tidak hanya dikonsumsi dalam bentuk buah segar melainkan juga dalam aneka produk olahan seperti jus, dan saos tomat. Hal inilah yang mendasari penelitian ini, yaitu membuat pasta tomat dari buah tomat lokal Indonesia. Pada akhirnya nanti diharapkan biaya produksi pasta tomat ini tidak mahal sehingga dapat menggantikan pasta tomat impor dan menjamin ke higienisannya. Untuk

meningkatkan nilai tambah pada pasta tomat ini, diupayakan agar kadar vitamin yang terdapat dalam buah tomat tidak terlalu banyak yang hilang karena rusak selama proses pengolahannya. Hal ini dapat dilakukan dengan menjaga kondisi operasi selama pemrosesan dari buah tomat menjadi pasta tomat.

Penelitian ini secara khusus dilakukan dengan tujuan mempelajari hubungan suhu dan waktu pemanasan terhadap kadar vitamin A dan C untuk mengetahui suhu pemanasan yang optimum pada pembuatan pasta tomat. Disamping itu juga mempelajari kinetika degradasi termal vitamin A dan C, pada pembuatan pasta tomat.

TINJAUAN PUSTAKA

Tanaman tomat banyak ditanam di daerah pegunungan di mana tanahnya mengandung pasir. Biasanya tanaman tomat tumbuh di tanah dengan ketinggian 2.500 meter di atas permukaan laut. Tanaman tomat berasal dari pegunungan Andes dan daerah pantai selatan Amerika Selatan (Ekuador, Chili dan Peru). Daun pada tanaman tomat menyirip setengah bunga berbentuk bintang berwarna kuning,

¹⁾ Mahasiswa di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

²⁾ Staf Pengajar di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

buah bulat agak pipih. Buah tomat mengandung bahan-bahan kimiawi yaitu: fosfor, kalium besi, belerang, protein, vit A, B₁ dan C^[2].

Buah tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill) termasuk sayuran buah yang banyak digemari karena rasanya enak, segar dan sedikit asam. Namun sebagian besar masyarakat juga menyebut tomat sebagai buah karena sebagaimana buah yang lain bisa langsung dimakan, selain itu buah tomat bisa dijadikan juice.

Di dalam tomat terdapat zat-zat gizi yang sangat bermanfaat bagi kesehatan tubuh terutama vitamin A dan C serta sumber antioksidan likopen. Vitamin A berperan dalam penglihatan mata dan membantu proses pertumbuhan, sedangkan vitamin C berguna untuk memelihara kesehatan gigi dan gusi, mencegah sariawan, Likopen adalah pigmen warna merah yang dapat ditemukan dalam buah-buahan seperti tomat, apel, semangka, dan jambu biji. Seperti halnya vitamin A, C, E, K, dan beta karoten, likopen diserap oleh jaringan tubuh bersama dengan minyak dan lemak. Likopen adalah senyawa non-polar yang larut lebih baik dalam minyak seperti minyak Zaitun^[3]. Bioavailabilitas likopen dalam tomat akan meningkat bila dikonsumsi bersama dengan minyak zaitun^[4]. Likopen merupakan antioksidan yang kuat dan penangkap radikal bebas.

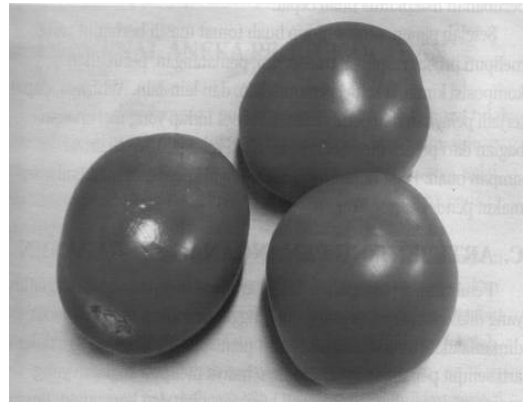
Dr Edward Giovannauci dari *Harvard School of public Health* di Boston, Massachusetts melakukan penelitian mengenai efek konsumsi tomat dengan menggunakan objek survei 48.000 pria di Amerika Serikat, hasilnya menunjukkan bahwa pria yang mengkonsumsi tomat secara rutin setiap minggu, rata-rata 23% lebih kecil menderita kanker prostat apabila dibandingkan dengan pria yang hanya mengkonsumsi tomat tiap bulan^[5]. Ada berbagai macam bentuk dan ukuran buah tomat. Umumnya diameternya berkisar 3-10 cm. Bentuknya ada yang bulat dan ada yang lonjong. Ada 5 tipe buah tomat berdasarkan bentuk buahnya yaitu^[6,7]:

1. Tomat biasa (*Lycopersicum commune*)
Tomat jenis ini bentuknya bulat, agak pipih dan tidak teratur serta tomat jenis ini banyak ditemui di pasar-pasar lokal. Tomat biasa disajikan gambarnya pada Gambar 1.



Gambar 1. Tomat Biasa

2. Tomat apel atau pir (*Lycopersicum pyriforme*). Tomat ini buahnya berbentuk bulat dan sedikit keras menyerupai buah apel atau pir dan banyak dijumpai di pasar-pasar lokal. Tomat apel disajikan gambarnya pada Gambar 2.



Gambar 2. Tomat apel

3. Tomat Kentang (*lycopersicum grandifolium*)
Tomat ini berbentuk bulat, besar, padat menyerupai buah apel. Ukuran buahnya lebih besar daripada tomat apel.
4. Tomat Ceri (*Lycopersicum Esculentum var cerasiforme*)
Tomat ini berbentuk bulat, ukurannya kecil dan rasanya manis. Tomat Ceri disajikan gambarnya pada Gambar 3.



Gambar 3. Tomat Ceri

5. Tomat Gondol (*Lycopersicum validum*)
Tomat ini bentuknya agak lonjong, lapisannya keras dan berkulit tebal.

Sebagian besar buah tomat tersebut di atas banyak tersedia di pasar-pasar lokal maupun di supermarket. Komposisi masing-masing jenis tomat berbeda satu dengan yang lainnya, baik dari kadar air, vitamin ataupun padatannya. Pada umumnya masyarakat mengenal 2 macam jenis buah tomat yaitu:

1. Tomat buah yang mana tomat buah ini mempunyai bentuk agak lonjong dan kulit tebal;
2. Tomat sayur yang mana tomat ini bentuknya bulat dan kulitnya lebih tipis.

Syarat-syarat buah tomat yang nantinya dapat digunakan sebagai pasta tomat adalah sebagai berikut^[7]:

1. berdaging tebal sehingga rendemen hasilnya tinggi;
2. berwarna merah muda atau merah tua sehingga produk olahan berwarna merah cerah tanpa harus ditambah pewarna buatan;
3. berbiji sedikit sehingga penampakan produk lebih baik. Padatan terlarut termasuk salah satu hal yang dipersyaratkan dalam produk pasta tomat. Ada berbagai macam kadar padatan terlarut dalam pasta tomat yang beredar di pasaran, yaitu 10, 12 dan 40%^[9]. Standar Nasional Indonesia (SNI) menetapkan padatan terlarut dalam pasta minimum sebesar 24%^[6]. Amerika Serikat

menetapkan 4 macam standar pasta tomat berdasarkan padatan terlarutnya, yaitu *extra heavy* ($\geq 39,3\%$), *heavy* ($32 < 39,3 \%$), *medium* ($28 > 32 \%$), *light concentration* ($24 \leq 28\%$)^[10].

Masyarakat Indonesia telah mengenal saos tomat sejak lama. Saos tomat banyak digemari kalangan anak muda, biasanya saos tomat digunakan untuk makanan seperti bakso, pangsit mie dan lain-lainnya. Saos tomat dibuat dari tomat murni (bubur tomat kental) atau pasta tomat dengan bahan tambahan makanan seperti gula, garam, cuka, rempah-rempah (lada, cengkeh, bawang putih dan kayu manis), pati, maizena dan pengawet. Setiap bahan yang digunakan pada pembuatan saos tomat mempunyai fungsi tertentu yang bertujuan untuk memperbaiki rasa, warna, aroma, kekentalan dan keawetan^[8]. Pengolahan buah tomat seperti pasta tomat dapat meningkatkan nilai ekonomis buah tomat tersebut. Hal ini dapat meningkatkan potensi ekonomi daerah penghasil tomat dan dapat mengurangi nilai impor dari luar negeri.

Hingga saat ini Indonesia belum mampu untuk memproduksi atau mengembangkan industri pasta tomat. Beberapa hambatan dalam pengembangan industri pasta tomat adalah rendahnya produktivitas tomat dan kontinuitas yang tidak terjaga. Beberapa produsen pasta tomat di Indonesia mengimpor pasta tomat. Biasanya pasta tomat diimpor dari negara penghasil pasta tomat tersebut adalah Turki, Taiwan dan Amerika^[9].

Vitamin adalah salah satu parameter penting dalam semua produk makanan termasuk saos tomat. Banyak sekali saos tomat di pasaran yang dicampur dengan ubi, pepaya dan sebagainya. Vitamin yang terdapat di dalam buah tomat mengalami kerusakan dalam proses pengolahan menjadi produk jadi seperti pasta tomat. Prinsip pembuatan pasta tomat adalah penghancuran buah tomat, penyaringan untuk memisahkan daging dari kulit dan bijinya dan pemanasannya sampai suhu tertentu untuk menghasilkan pasta tomat dengan kadar padatan terlarut dengan nilai tertentu yang diinginkan.

Vitamin A mudah rusak oleh karena kenaikan suhu dan sinar di sekelilingnya. Data kadar vitamin A dalam pasta tomat ini sangat

penting karena pemanasan pada suhu tinggi dengan waktu yang lama dapat juga merusak vitamin A dan C yang terdapat dalam buah tomat. Diharapkan setelah pemanasan untuk menghasilkan pasta tomat, vitamin yang ada masih banyak sehingga pasta tomat ini nantinya mempunyai nilai tambah yang baik untuk dikonsumsi. Penentuan kadar vitamin A dapat dilakukan dengan metode spektrofotometer dan kolorimeter. Selain itu juga ada metode baru yang digunakan dalam menganalisis vitamin A yaitu menggunakan alat *HPLC (High Performance Liquid Chromatography)* yang memberikan data analisis yang akurat. Selain halnya vitamin A, vitamin C mudah teroksidasi baik oleh panas ataupun adanya sinar di sekelilingnya. Penentuan kadar vitamin C dapat dilakukan dengan titrasi iodine dengan menggunakan indikator amylum, dan akhir titrasi ditandai dengan terbentuknya warna biru dari iod-amylum^[11]. Kadar vitamin C juga dapat ditentukan dengan menggunakan metode spektrofotometri menggunakan kalium kromat. Persamaan reaksi yang terjadi pada penentuan kadar vitamin C menggunakan iodine adalah:



Landasan Teori

Kecepatan reaksi degradasi termal vitamin C dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$-r_A = -dC_A / dt = kC_A^n \quad (2)$$

dengan:

- r_A = kecepatan reaksi (mol/liter. menit)
- C_A = konsentrasi zat A (mol/ liter)
- k = konstanta kecepatan reaksi (menit⁻¹)
- t = waktu (menit)

Dalam suatu reaktor batch dengan volume konstan nilai k dapat ditentukan dengan metode integrasi atau diferensiasi. Persamaan reaksi tersebut dapat mengikuti reaksi order satu, order dua atau order yang lebih tinggi. Untuk reaksi order satu yang irreversibel dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:



Persamaan (2) dengan kondisi batas pada $t=0$, $C_A=C_{A0}$ dan pada $t=t$, $C_A=C_A$ dapat diselesaikan menjadi:

$$-\ln(C_A/C_{A0}) = kt \quad (4)$$

Nilai k dipengaruhi oleh suhu dan dapat dinyatakan dengan persamaan Arrhenius berikut^[15]:

$$k = k_0 e^{-E/RT} \quad (5)$$

dengan:

- k_0 = faktor frekuensi tumbukan (menit⁻¹)
- E = energi aktivasi (kalori/mol)

METODE PENELITIAN

Buah tomat yang digunakan dipilih yang sudah tua dan dibeli di pasar-pasar tradisional. Mula-mula buah tomat dipotong-potong dan dihancurkan dengan blender kemudian disaring dan dipanaskan sambil diaduk. Tiap selang waktu tertentu diambil sampel dan dianalisis kadar padatannya. Jenis buah tomat yang memberikan kadar padatan terbanyak dipakai untuk penelitian selanjutnya. Pada pembuatan pasta tomat selanjutnya digunakan jenis buah tomat yang sudah ditentukan. Prosedurnya hampir sama seperti sebelumnya, yaitu buah tomat dihancurkan dan dipanaskan pada suhu tertentu. Tiap selang waktu diambil sampel dan dilakukan analisis vitamin A, Vitamin C dan padatan terlarutnya.

Variabel-variabel yang diteliti pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Variabel tetap: Jenis tomat (ditentukan dari penelitian tahap I): Tomat biasa dengan kadar padatan: 24%,
2. Variabel berubah:
 - a. Suhu: 40, 60 dan 80°C, kisaran suhu pemanasan menentukan besarnya penurunan vitamin A dan C pada pasta tomat;
 - b. Waktu: 30, 60, 90 dan 120 menit, tiap selang waktu setengah jam sampai dicapai penurunan vitamin C konstan;

Prosedur penelitian

Tahap 1. Penentuan jenis tomat

1. Disiapkan 1 kg buah tomat dengan jenis tertentu dan dicuci dengan air PDAM;
2. Tomat selanjutnya dipanaskan selama 2 menit menggunakan *hot plate* dan dihancurkan dengan blender selama beberapa menit;

3. Campuran/bubur tomat selanjutnya disaring menggunakan corong buchner untuk memisahkan kulit dan bijinya;
4. Bubur tomat yang sudah bersih dimasukkan dalam gelas beaker;
5. Bubur tomat selanjutnya dipanaskan pada suhu 90°C dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer*;
6. Diambil sejumlah sampel pada setiap selang waktu tertentu dan dianalisis kadar padatannya;
7. Prosedur ini dilakukan juga untuk jenis tomat lainnya.

Tahap 2. Pembuatan bubur tomat

1. Disiapkan 1 kg buah tomat dengan varietas tertentu dan dicuci dengan air PDAM;
2. Tomat dipanaskan selama 2 menit menggunakan *hot plate* dan selanjutnya tomat dihancurkan dengan blender selama beberapa menit;
3. Campuran/bubur tomat selanjutnya disaring menggunakan corong buchner untuk memisahkan kulit dan bijinya;
4. Bubur tomat yang sudah bersih dimasukkan dalam gelas beaker;
5. Bubur tomat selanjutnya dipanaskan pada suhu tertentu di atas *hot plate* dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer*;
6. Diambil sejumlah sampel setiap selang waktu yang tertentu dan dilakukan analisis vitamin A, vitamin C, dan padatan terlarutnya.

Tahap 3. Analisis Bubur Tomat

1. Penentuan kadar padatan

1. Ditimbang 2-3 gr bubur tomat dalam wadah yang sudah disediakan dengan neraca analitis;
2. Bubur tomat selanjutnya dimasukkan dalam *moisture balance*, dipanaskan pada suhu 120°C selama 30 menit;
3. Dicatat kadar airnya.

2. Penentuan kadar vitamin C^[11]

1. Ditimbang sekitar 10 gr bubur tomat dengan neraca analitis dalam erlenmeyer;
2. Ditambahkan 25 ml air, diaduk;
3. Ditambahkan 5 ml larutan amylum 1%;
4. Bubur tomat selanjutnya dititrasi dengan larutan I₂ yang telah distandarisasi sampai terbentuk warna biru;
5. Dihitung kadar vitamin C.

3. Penentuan kadar vitamin A^[12]

Ekstraksi β-carotene dari bubur tomat

- a. Ditimbang 5 gr bubur tomat dalam gelas beaker dengan neraca analitis;
- b. Ditambahkan 40 ml aseton, 60 ml heksana dan 0,1 gr MgCO₃ dan diaduk selama 15 menit;
- c. Campuran di atas disaring menggunakan corong buchner;
- d. Padatannya dicuci dengan 25 ml aseton, kemudian dengan 25 ml heksana;
- e. Filtrat dipindahkan ke dalam corong pisah, ditambahkan 100 ml air, dikocok dan dibiarkan beberapa saat. Larutan di bagian bawah di keluarkan dari corong pisah. Cara ini diulangi sampai 4 kali. Filtratnya dikumpulkan.
- f. Filtrat/larutan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml. Ditambahkan 9 ml aseton dan diencerkan dengan heksana sampai 100 ml.

Pemisahan pigment dari β-carotene

1. Disiapkan kolom kromatografi berbentuk silinder dengan ukuran diameter 2,2 cm dan tinggi 17,5 cm. Kolom diisi dengan campuran magnesia aktif atau magnesium oksida dan diatomaceous earth (1:1,w/w) setinggi 15 cm (ditekan sampai 10 cm). Bagian paling atas diisi Na₂SO₄ anhidrat setinggi 1 cm. Kolom dihubungkan dengan pompa vakum;
2. Larutan β-carotene dilewatkan kolom secara perlahan-lahan. Kolom dibilas dengan 50 ml campuran aseton-heksana (1+9). Filtrat ditampung dalam erlenmeyer;
3. Larutan dituangkan ke dalam labu ukur 100 ml, ditambahkan campuran aseton-heksana (1+9) sampai garis tanda dan selanjutnya dikocok;
4. Konsentrasi β-carotene ditentukan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 440 nm.

4. Penentuan kadar padatan terlarut^[13]

4.1 Tanpa pengenceran

1. Sampel sebanyak tertentu diambil dan diaduk sampai homogen, kemudian saring melalui kain penyaring atau kapas;
2. Ditampung cairan jernih hasil penyaring. Bila sulit dilakukan dengan penyaring gunakan sentrifugasi;

3. Cairan diteteskan pada prisma refraktometer;
4. Baca skala pada alat dan catat suhu pengukuran;
5. Dihitung atau konversikan nilai refraktif indeks terhadap padatan terlarut.

4. 2. Dengan Pengenceran

1. Ditimbang 50 gr bubuk tomat yang telah dihomogenkan, ditambahkan 100 ml air, disaring dengan corong buchner/sentrifuge;
2. Diteteskan cairan dari tahap 1 pada prisma refraktometer;
3. Baca skala pada alat dan catat suhu pengukuran;
4. Dihitung atau konversikan nilai refraktif indeks terhadap padatan terlarut dengan menggunakan tabel yang sudah ada.

5. Pengolahan data.

A. Penentuan kadar vitamin C

1. Perhitungan normalitas larutan KIO₃

$$N = \frac{w \times n}{BM \times V} \quad (5)$$

dengan:

- N = Normalitas KIO₃
- w = Massa KIO₃, gr
- n = Valensi KIO₃, ek/mol
- BM = Berat molekul KIO₃, gr/mol
- V = Volume larutan, Liter

2. Pembakuan larutan Na₂S₂O₃ dengan KIO₃

$$N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \frac{(V \times N) \text{KIO}_3}{V \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \quad (6)$$

Volume larutan KIO₃ yang dipipet = 10 mL

3. Pembakuan larutan I₂ dengan larutan Na₂S₂O₃

$$N_{I_2} = \frac{(V \times N) \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{V_{I_2}} \quad (7)$$

4. Perhitungan Kadar Vitamin C

$$\text{Mek vit C} = \text{mek I}_2 = (V \times N) I_2 \quad (8)$$

$$\text{Massa vit C} = \frac{(V \times N) I_2}{n} \times BM_{vitC} \quad (9)$$

BM vitamin C = BM Asam askorbat = 176 gr/mol

$$\text{Kadar vit C} = \left(\frac{\text{Massa vitamin C}}{\text{Massa sampel}} \right) \times 100 \%$$

B. Penentuan kadar vitamin A

1. Pembuatan kurva baku

Hubungan antara absorbansi(A) dengan konsentrasi(C) dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$A = a + b C \quad (10)$$

2. Pengukuran absorbansi sampel

$$A_{\text{sampel}} = x$$

$$A_{\text{sampel}} = a + b C \quad (11)$$

dengan: C = konsentrasi vitamin A, mg/L

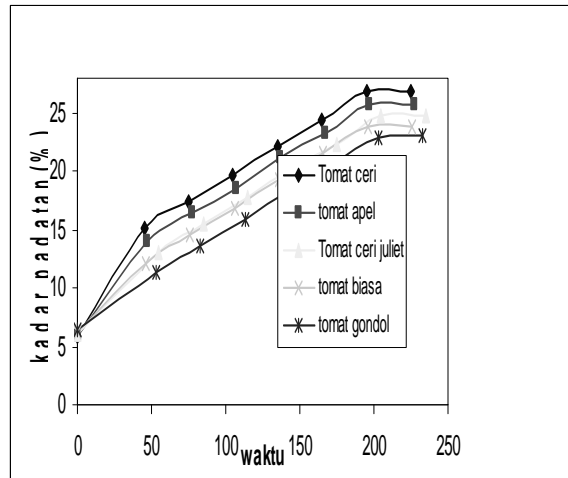
3. Perhitungan

$$\text{Massa vitamin A} = (C \times V)_{\text{sampel}}$$

$$\text{Kadar vitamin A} = \left(\frac{\text{Massa vitamin C}}{\text{Massa sampel}} \right) \times 100\%$$

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN
Pengaruh suhu dan waktu terhadap kadar padatan terlarut, kadar vitamin C dan vitamin A

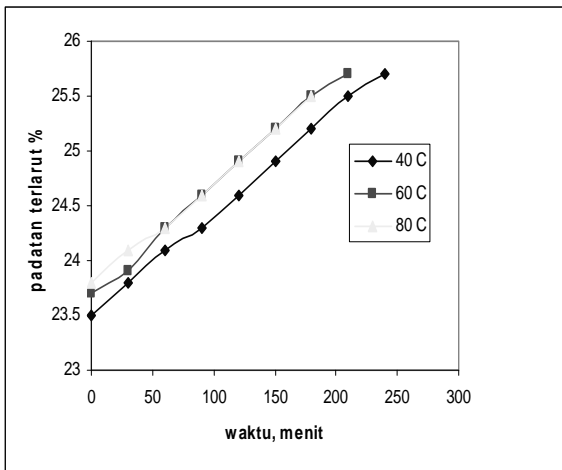
Pada penelitian pembuatan pasta tomat ini dipelajari hubungan suhu dan waktu pemanasan terhadap kadar vitamin A dan C. Pada penelitian juga dilakukan pengukuran kadar padatan dari berbagai jenis tomat yang akan digunakan pada penelitian selanjutnya. Hubungan antara waktu terhadap kadar padatan dalam pasta tomat untuk berbagai jenis bahan tomat disajikan pada Gambar 4 sebagai berikut:



Gambar 4. Kadar padatan dalam berbagai jenis tomat pada pemanasan 90°C

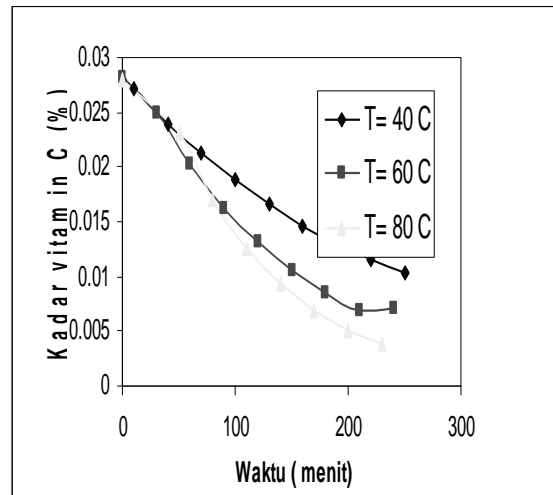
Gambar 4 menunjukkan kadar padatan dalam berbagai jenis tomat pada pemanasan

90°C di mana tomat ceri memiliki kadar padatan tertinggi dan tomat gondol memiliki kadar padatan terendah. Semakin lama waktu pemanasan didapatkan kadar padatan dalam pasta tomat semakin besar. Hal ini disebabkan oleh karena banyaknya air yang menguap semakin besar dengan bertambahnya waktu. Pada waktu 0 menit, kadar padatan pada 5 jenis tomat sekitar 5%, sehingga dengan semakin bertambahnya waktu, maka kadar padatan dalam tomat makin besar. Hasil penelitian kadar padatan yang diperoleh dari Gambar 4 tidak berbeda jauh sehingga pada penelitian penentuan kadar vitamin A, C dan padatan terlarut selanjutnya menggunakan tomat biasa karena ditinjau dari nilai ekonomis harganya lebih murah dan mudah didapat di pasaran.



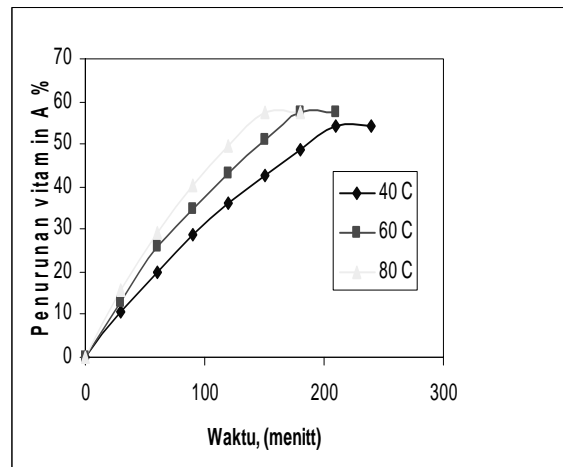
Gambar 5. Hubungan antara waktu terhadap kadar padatan terlarut pada berbagai variasi suhu

Gambar 5 menunjukkan pengaruh suhu pemanasan terhadap kadar padatan terlarut pada pembuatan pasta tomat, didapat kurva padatan terlarut pada ketiga suhu saling terhimpit, semakin lama waktu pemanasan kadar padatan terlarut semakin besar. Hal ini disebabkan adanya peningkatan jumlah air yang menguap Berdasarkan SNI 01-3546-2004^[6] didapatkan kadar padatan terlarut minimum 24 %, sehingga jika dilihat pada kurva di atas hanya dengan waktu 50 menit sudah dapat dicapai kadar padatan terlarut yang sesuai dengan dengan SNI 01-3546-2004 ^[6].



Gambar 6. Kadar vitamin C dalam waktu pada berbagai variasi suhu

Gambar 6 menunjukkan pengaruh waktu pemanasan terhadap kadar vitamin C untuk berbagai suhu pemanasan pada pembuatan pasta tomat didapat bahwa semakin tinggi suhu pemanasan, maka penurunan kadar vitamin C semakin besar. Semakin lama waktu pemanasan kadar vitamin C semakin kecil. Jika ditinjau pada waktu 100 menit, kadar vitamin C terbesar dicapai pada suhu 40°C, sedangkan kadar vitamin C terkecil pada suhu 80°C. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu pemanasan dengan waktu yang sama didapatkan kadar vitamin C semakin banyak yang terdegradasi oleh karena panas.

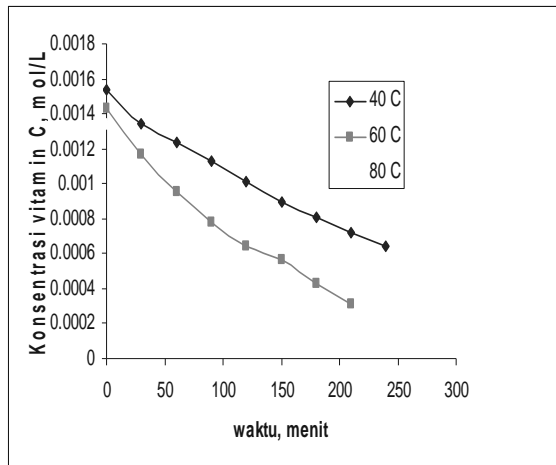


Gambar 7. Hubungan antara waktu terhadap penurunan vitamin A pada berbagai variasi suhu

Gambar 7 menunjukkan pengaruh suhu pemanasan terhadap penurunan vitamin A pada pembuatan pasta tomat, didapat bahwa semakin tinggi suhu pemanasan maka semakin besar penurunan vitamin A. Pada gambar di atas dapat diketahui penurunan vitamin A yang terkecil adalah pada suhu 40°C, sedangkan yang terbesar pada suhu 80°C. Hal ini disebabkan dengan semakin tinggi suhu, maka penurunan kadar Vitamin A semakin besar oleh karena terdegradasi oleh panas sensibel kenaikan suhu.

Kinetika degradasi termal vitamin C

Hasil penelitian pembuatan pasta tomat untuk menentukan kinetika degradasi termal ditunjukkan Gambar 8 berikut.

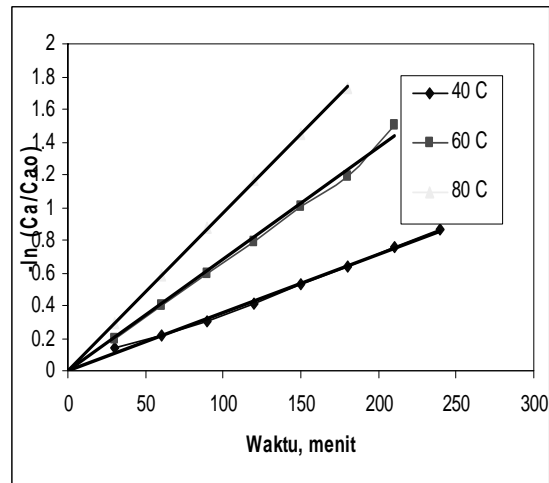


Gambar 8. Hubungan antara waktu terhadap konsentrasi vitamin C pada berbagai suhu

Dari Gambar 8 dapat dilihat bahwa semakin tinggi suhu maka konsentrasi vitamin C pada pembuatan pasta tomat semakin turun. Hal ini disebabkan karena vitamin C pada pasta tomat terdegradasi pada suhu tinggi. Karena pada suhu tinggi molekul-molekul penyusun vitamin C terputus ikatannya sehingga vitamin C menjadi terurai atau rusak. Ditinjau dari gambar di atas dapat dilihat pada waktu 180 menit dengan suhu 40, 60 dan 80 C terjadi penurunan vitamin C yang signifikan. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu pemanasan dengan suhu yang sama konsentrasi vitamin C pada pembuatan pasta tomat semakin turun.

Dari Gambar 8 terlihat bahwa pada waktu pemanasan dengan suhu yang sama, diperoleh bahwa konsentrasi vitamin C pada pembuatan pasta tomat semakin turun. Hal ini disebabkan semakin tinggi suhu maka konstanta kecepatan reaksinya semakin besar. Fenomena ini sesuai dengan persamaan Arrhenius yang menyatakan bahwa konstanta kecepatan reaksi (k) berbanding lurus dengan suhu (T), jadi semakin tinggi suhu maka konstanta kecepatan reaksinya akan semakin besar, sehingga vitamin C yang terdegradasi juga semakin besar. Hal ini sesuai dengan persamaan kecepatan reaksi orde satu: $-dC_A/dt = kC_A$. Pada suhu yang semakin tinggi maka harga konstanta kecepatan reaksi (k) juga semakin besar, begitu juga dengan kecepatan reaksi (r_A) yang terjadi akan semakin cepat pula.

Orde reaksi dan konstanta kecepatan reaksi pada setiap suhu dicari dengan metode integrasi, yaitu dengan membuat kurva hubungan antara $-\ln(C_A/C_{A0})$ dengan waktu (menit) berupa garis lurus seperti terlihat pada Gambar 9 berikut.



Gambar 9. Hubungan antara waktu (t , menit) terhadap $-\ln(C_A/C_{A0})$ untuk berbagai suhu

Dari Gambar 9 didapatkan bahwa hubungan antara waktu (t , menit) dengan $-\ln(C_A/C_{A0})$, semakin lama waktu pemanasan maka kecepatan reaksi degradasi termal asam askorbat dalam pasta tomat akan semakin berkurang, karena jumlah vitamin C yang tersisa dalam bubur tomat tinggal sedikit sehingga konsentrasi vitamin C kecil. Sesuai dengan persamaan: $-dC_A/dt = kC_A$, maka semakin kecil nilai

konsentrasi maka kecepatan reaksi akan semakin kecil juga. Persamaan $-\ln(C_A/C_{A0}) = kt$ berupa garis lurus yang melewati titik (0,0). Hal ini menunjukkan bahwa reaksi yang berlangsung mengikuti reaksi orde satu. Diketahui persamaan untuk tiap-tiap suhu sehingga dapat dilihat pada Tabel 1 bahwa hubungan antara x =waktu (t) terhadap $y = -\ln(C_A/C_{A0})$ mengikuti persamaan garis lurus.

Tabel 1. Hubungan antara suhu dengan persamaan garis linier

Suhu, °C	Persamaan	R ²
40	y = 0,0036x	0,9964
60	y = 0,0068x	0,9936
80	y = 0,0096x	0,9999

Keterangan tabel:

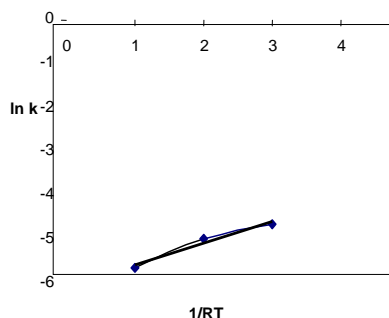
$x=t$ dan $y = -\ln(C_A/C_{A0})$ dan $x=t$

Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 9 terlihat bahwa slope dari garis lurus tersebut adalah merupakan nilai konstanta kecepatan reaksi degradasi vitamin C (k) pada kisaran suhu 40-80°C sehingga didapatkan tiga harga konstanta kecepatan reaksi (k) seperti ditunjukkan pada Tabel 2 dan Gambar 10.

Tabel 2. Hubungan antara suhu terhadap konstanta kecepatan reaksi (k)

T, °C	Konstanta kecepatan reaksi (k, menit ⁻¹)
40	0,0036
60	0,0068
80	0,0096

Dari Gambar 10 hubungan antara suhu (T) terhadap konstanta kecepatan reaksi (k) terlihat bahwa semakin tinggi suhu maka konstanta kecepatan reaksinya semakin besar. Fenomena ini sesuai dengan persamaan Arrhenius yang menyatakan bahwa konstanta kecepatan reaksi



Gambar 10. Hubungan antara $1/RT$ terhadap $\ln k$

ini menunjukkan bahwa reaksi yang berlangsung mengikuti reaksi orde satu. Diketahui persamaan (k) berbanding lurus dengan suhu (T), jadi semakin tinggi suhu maka konstanta kecepatan reaksinya akan semakin besar sehingga vitamin C yang terdegradasi semakin berkurang. Dari perhitungan penentuan nilai k_0 dan E dalam persamaan (5) didapatkan nilai-nilai: $k_0=0,6126$ menit⁻¹ dan $E=3292,08$ cal/mol.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian pembuatan pasta tomat dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Semakin lama waktu pemanasan kadar padatan terlarut dalam pasta tomat semakin besar sehingga padatan terlarut pada pasta tomat sesuai dengan SNI 01-3546-2004 yaitu minimum 24%. Untuk pengaruh suhu pemanasan yang semakin yang tinggi maka penurunan kadar vitamin C semakin besar, dan juga dengan semakin tinggi suhu pemanasan maka penurunan kadar vitamin A juga semakin besar;
2. Reaksi degradasi termal vitamin C pada pasta tomat mengikuti persamaan reaksi orde satu dengan nilai-nilai k_0 dan E untuk reaksi tersebut: $k_0 = 0,6126$ menit⁻¹ dan $E = 3292,08$ cal/mol.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amariana, P, "Kualitas Tomat" <http://www.cce.cornell.edu/food/fdarchives/03499/tomatoes.html>
- [2] Achyad, D. E, Rasyidah, R, "Tanaman Tomat," http://www.2000.Asiamaya.com/jamu/isi.tomat_solanumlycopersicum.htm, 2000
- [3] Mussadad, D dan Hartuti, N, *Produk Olahan tomat*, Seri Agrobisnis, Penebar Swadaya, Jakarta, 2003
- [4] Pikiran Rakyat, *Tomat, Mencegah Kanker Prostat*, Pikiran rakyat, 4 Mei 2003
- [5] Rodriquez-Amaya, delia B, "A Guide to Caratenoid Analysis in Foods", ILSI Human Nutrition Research, 2001

- [6] SNI 01-4217-1966, *Standart Mutu Konsentrat Buah Tomat*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- [7] Sudarmadji, S, Bambang Haryono, Suhardi, "*Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*", Edisi Keempat, hlm. 115, Penerbit:Liberty: Yogyakarta, 1997
- [8] Anonim, "Sedap Sekejap", *Tekno Pangan*, Edisi Ketiga, Maret 2003, <http://www.sedap-sekejap.com/artikel2002/edisi3/files/tekno.htm>, 2003