

**PENDUGAAN UMUR SIMPAN DODOL TOMAT (*Lycopersicum pyriforme*)
MENGUNAKAN METODE *ACCELERATED SHELF LIFE TESTING*
(ASLT) MODEL ARRHENIUS**

ARTIKEL

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Sidang Tugas Akhir
Program Studi Teknologi Pangan

Oleh:

Rina Hanifah
12.302.0087



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2016**

PENDUGAAN UMUR SIMPAN DODOL TOMAT (*Lycopersicum pyriforme*) MENGUNAKAN METODE ACCELERATED SHELF LIFE TESTING (ASLT) MODEL ARRHENIUS

Rina Hanifah 123020087 *)
Dr. Ir. Hj. Hasnelly, MSIE. **) Ir. Hervelly, MP. ***)

*)Mahasiswa Teknologi Pangan Universitas Pasundan
)Pembimbing Utama, ***)Pembimbing Pendamping.

ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the shelf life of tomatoes dodol at different storage temperatures using Accelerated Shelf Life Testing (ASLT) method, Arrhenius models. The benefit of this research is to determine the approximate shelf life of tomatoes dodol products stored at different storage temperature.

This research was divided into two steps, preliminary and primary research. The preliminary research conducted to determine the formulation to be used in the primary research comparing the moisture content and sucrose content of three formulations tomatoes dodol made with dodol quality requirements according to SNI 01-2986 2003. The method used in primary research were accelerated shelf life testing (ASLT) using Arrhenius equation with the parameter of free fatty acid and total mold.

The result of the research based on free fatty acid content showed that tomatoes dodol predicted on store temperature 20°C have shelf life of product was 21,83 days, on store temperature 25°C have shelf life of product was 64,30 days, and store temperature 30°C have shelf life of product was 182,54 days. Based on total mold showed that tomatoes dodol predicted on store temperature 20°C have shelf life of product was 10,28375 days, on store temperature 25°C have shelf life of product was 10,28388 days, and store temperature 30°C have shelf life of product was 10,28394 days.

Key words : tomatoes dodol, Arrhenius, shelf life.

I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dodol merupakan salah satu makanan kudapan tradisional yang cukup digemari oleh masyarakat Indonesia. Dodol termasuk ke dalam jenis pangan semi basah yang memiliki karakteristik khas yaitu kadar air yang agak tinggi, tapi nilai a_w nya cukup rendah, sehingga daya awetnya tidak terlalu singkat, yaitu dapat mencapai kisaran 1-6 bulan. Kerusakan utama dodol adalah tumbuhnya kapang (Irsyad, 2011).

Kualitas dodol yang dibuat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti

penimbangan bahan, kualitas dan penggunaan bahan, serta suhu dan lama pemasakan (Turyoni, 2007).

Selama penyimpanan atau pemasaran produk makanan mengalami penurunan mutu. Suhu merupakan faktor yang berpengaruh terhadap perubahan mutu makanan. Semakin tinggi suhu penyimpanan maka laju reaksi berbagai senyawa kimia akan semakin cepat. Oleh karena itu dalam menduga kecepatan penurunan mutu makanan selama penyimpanan, faktor suhu harus selalu diperhitungkan (Syarif dan Halid, 1992).

Umur simpan produk dapat ditentukan dengan metode akselerasi

melalui dua pendekatan, yaitu pendekatan kadar air kritis dengan teori difusi dengan menggunakan perubahan kadar air dan aktivitas air sebagai kriteria kedaluarsa dan pendekatan semi empiris dengan bantuan persamaan Arrhenius yaitu teori kinetika yang pada umumnya menggunakan ordo nol atau satu untuk produk pangan (Syarief et al. 1989).

Salah satu metode ASLT adalah model Arrhenius. Model Arrhenius pada umumnya digunakan untuk menduga umur simpan produk pangan yang kerusakannya banyak dipengaruhi oleh perubahan suhu, yaitu dengan memicu terjadinya reaksi-reaksi kimia yang berkontribusi pada kerusakan produk pangan. Pendugaan umur simpan model Arrhenius dapat dilakukan dengan menyimpan produk pangan pada suhu ekstrim dimana kerusakan produk pangan tersebut dapat lebih cepat (Kusnandar, 2006).

1.2. Identifikasi Masalah

Masalah yang dapat diidentifikasi berdasarkan latar belakang di atas adalah sebagai berikut, apakah metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) model Arrhenius dapat digunakan untuk menduga umur simpan produk dodol tomat yang disimpan pada suhu dan waktu yang berbeda.

1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dilakukannya penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh suhu terhadap penurunan mutu dodol tomat selama penyimpanan dan penggunaan metode Arrhenius dalam menduga umur simpan dodol tomat.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui umur simpan dodol tomat pada suhu penyimpanan yang berbeda menggunakan metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) model Arrhenius.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perkiraan umur simpan produk dodol tomat, yang disimpan pada suhu penyimpanan yang berbeda.

1.5. Kerangka Pemikiran

Menurut SNI (01-2986-1992), definisi dodol adalah makanan yang dibuat dari tepung beras ketan, santan kelapa, dan gula dengan atau tanpa penambahan bahan makanan dan bahan lain yang diizinkan.

Menurut Kelmaskosu (2015), Penambahan tepung beras ketan 10%, 20%, 30%, dan 40% menyatakan bahwa penambahan tepung beras ketan sebanyak 10% merupakan dodol yang paling disukai dari segi kekenyalan, warna, rasa dan aroma dodol pepaya.

Menurut Khamidah (2006), Pembuatan dodol nanas dengan perlakuan A (gula putih 100%), B (gula putih 100% dibuat karamel), C (gula putih : gula merah 50%:50%), D (gula putih : gula merah 75%:25%), dan E (gula merah 100%) menyatakan bahwa dodol nanas dengan perlakuan B (gula putih 100% dibuat karamel) adalah dodol yang paling disukai.

Menurut Sudarsono (1981), Dodol mudah ditumbuhi jamur dan terjadi perubahan aroma (tengik). Daya tahan dodol dipengaruhi beberapa faktor antara lain komposisi bahan penyusun, aktivitas mikroba, teknologi pengolahan dan sanitasi, sistem pengemasan dan penggunaan bahan tambahan (bahan pengawet).

Menurut Elysa (2009), Penyimpanan dodol ubi jalar ungu sampai 16 hari tidak dapat mempertahankan mutu dodol karena dodol hanya menggunakan gula pasir sebagai bahan pengawet.

Menurut Syarief dan Halid (1992), Untuk jenis makanan kering dan

semi basah, suhu percobaan penyimpanan yang dianjurkan untuk menguji masa kadaluarsa makanan adalah 0°C, suhu kamar, 30°C, 35°C, 40°C, atau 45°C (jika diperlukan).

Menurut Winarno (1997), Kadar air dalam suatu bahan pangan perlu ditetapkan, karena semakin tinggi kadar air, semakin besar pula kemungkinan bahan pangan tersebut rusak.

Menurut Deng (1998), Kerusakan produk pangan juga disebabkan oleh ketengikan akibat terjadinya oksidasi atau hidrolisis komponen bahan pangan. Tingkat kerusakan tersebut dapat diketahui melalui analisis Free Fatty Acid (FFA).

1.6. Hipotesis Penelitian

Hipotesis yang dapat ditarik berdasarkan kerangka pemikiran diatas bahwa model Arrhenius dapat digunakan untuk menentukan umur simpan dodol tomat pada suhu dan waktu yang berbeda.

1.7. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Penelitian Jurusan Teknologi Pangan Universitas Pasundan Bandung yang berlokasi di Jalan Dr. Setiabudi No. 193 Bandung,. Waktu penelitian dimulai dari Bulan Mei hingga bulan Juli 2016.

II BAHAN, ALAT DAN METODE PENELITIAN

2.1. Bahan dan Alat

2.1.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan dodol tomat pada penelitian utama meliputi buah tomat sebanyak 2,5 kg dengan umur panen tiga bulan yang berasal dari perkebunan tomat di Cigedug Garut, santan sebanyak 1250 gram, gula pasir sebanyak 1600 gram, dan tepung ketan

sebanyak 1075 gram yang diperoleh dari pasar tradisional di daerah Gegerkalong.

Bahan-bahan yang digunakan untuk analisis kimia meliputi toluen, akuades, alkohol netral 95%, KOH 0,1 N, KI, indikator phenolphthalein (pp), larutan blanko, larutan Luff Schoorl, PDA, Na₂S₂O₃ 0,1 N, HCl 9,5 N dan amilum. Bahan-bahan ini telah tersedia di Laboratorium Penelitian Universitas Pasundan Bandung.

2.1.2 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan dodol tomat ini meliputi spatula, wajan, kompor gas merk Rinnai, neraca digital merk Mettler toledo, gelas kimia 500 ml merk Pyrex, blender merk Miyako, saringan, loyang, sendok, pisau dan plastik polipropilen dengan ketebalan 0,03 mm.

Alat-alat yang digunakan untuk analisis kimia adalah labu destilat 250 ml merk Pyrex, labu takar merk Pyrex, pipet ukur, filler, cawan petri, tabung reaksi, neraca digital merk Mettler Toledo, buret, Erlenmeyer merk Pyrex, inkubator, klem, statif, dan kaca arloji.

2.2. Metodologi Penelitian

2.2.1 Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk menentukan formulasi dodol tomat yang sesuai dengan syarat mutu dodol menurut SNI. Pembuatan dodol tomat menggunakan tiga formulasi berbeda, bahan-bahan yang digunakan diantaranya bubur buah tomat apel sebanyak 205,5 gram, tepung beras ketan 75,5 gram, gula pasir 173,16 gram, dan santan 145,84 gram.

Penentuan formulasi dodol tomat terpilih menggunakan analisis kimia sebagai parameternya, yaitu analisis kadar air metode destilasi (Apriyantono, 1989) dan analisis kadar gula (sukrosa) dengan metode Luff Schoorl (Sudarmadji, 1984).

2.2.2 Penelitian Utama

Dodol tomat dari formulasi yang terpilih selanjutnya dikemas dan disimpan di lemari pendingin dengan suhu 20°C, dan inkubator pada suhu 25°C dan 30°C, kemudian dianalisis pada waktu penyimpanan 0 hari, 3 hari, 6 hari, 9 hari, 12 hari, dan 15 hari. Sebelum dodol disimpan, dilakukan analisis kadar FFA (*Free Fatty Acid*) metode titimetri (AOAC, 2005), analisis mikrobiologi (jumlah kapang) (Fardiaz, 1992), dan analisis organoleptik terhadap warna, aroma, tekstur dan kenampakan dodol tomat.

Selang interval waktu tiga hari sekali dilakukan sampling untuk setiap suhu penyimpanan, selanjutnya dianalisis perubahan *Free Fatty Acid* (FFA), jumlah kapang dan uji organoleptik. Data yang telah dikumpulkan selanjutnya dianalisis dengan menggunakan persamaan regresi linier.

2.2.3. Rancangan Perlakuan

Rancangan perlakuan yang akan dicobakan terdiri dari faktor suhu penyimpanan dan waktu penyimpanan. Faktor suhu (S) terdiri dari tiga taraf, yaitu :

$s_1 = 20^\circ\text{C}$

$s_2 = 25^\circ\text{C}$

$s_3 = 30^\circ\text{C}$

Faktor waktu penyimpanan (W) terdiri dari enam taraf, yaitu :

$w_1 = \text{hari ke-0}$

$w_2 = \text{hari ke-3}$

$w_3 = \text{hari ke-6}$

$w_4 = \text{hari ke-9}$

$w_5 = \text{hari ke-12}$

$w_6 = \text{hari ke-15}$

2.2.4. Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang akan diterapkan dalam penelitian adalah variasi suhu dan lama penyimpanan dengan menggunakan metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) model Arrhenius dan rancangan acak kelompok (RAK) dengan pola faktorial 3x6 dengan 2 kali pengulangan.

Respon kimia yang dilakukan adalah analisis kadar FFA (AOAC, 2005) dan analisis jumlah kapang (Fardiaz, 1992). Respon organoleptik yang dilakukan adalah uji kesukaan (uji hedonik) terhadap 30 orang panelis terhadap atribut warna, aroma, tekstur dan kenampakan dodol tomat.

Tabel 1. Hasil Analisis Dodol Tomat Selama Penyimpanan

Lama penyimpanan (hari)	Suhu ($^\circ\text{C}$)					
	s1 (20°C)		s2 (25°C)		s3 (30°C)	
	FF A	Kapa ng	FF A	Kapa ng	FF A	Kapa ng
w1						
w2						
w3						
w4						
w5						
w6						

2.2.5. Rancangan Analisis

Data pada Tabel 1. kemudian dianalisis dengan menggunakan regresi linier menggunakan persamaan :

$$Y = a + bx$$

dimana :

Y = nilai analisis

a = intercept

b = konstanta penurunan mutu = k

x = waktu penyimpanan (hari)

Penggunaan regresi linier akan memperoleh koefisien determinasi (r). Setiap nilai b yang diperoleh merupakan konstanta penurunan mutu setiap suhu penyimpanan. Selanjutnya nilai-nilai k ditetapkan dalam rumus Arrhenius yaitu:

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

atau $\ln k = \ln k_0 - E/RT$

Keterangan :

k = konstanta penurunan mutu

k_0 = konstanta (tidak tergantung suhu)

E = energi aktivasi

T = suhu mutlak ($273 + ^\circ\text{C}$)

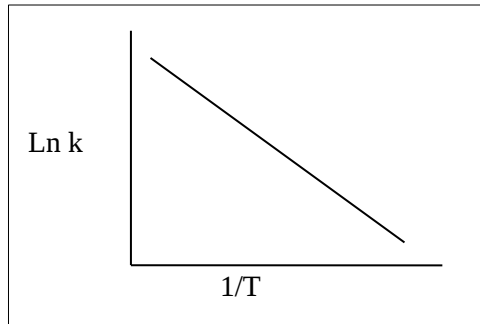
R = konstanta gas (1,986 kal/mol)

Karena $\ln k$ dan $-E/RT$ merupakan bilangan konstanta maka persamaan tersebut dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\ln k = A + B \times 1/T$$

Sehingga apabila setiap nilai k dan $1/T$ diplotkan dalam sebuah grafik,

maka akan diperoleh gambar sebagai berikut.



Gambar 1. Grafik Hubungan antara $\ln k$ dengan $1/T$

Setelah nilai k dan $1/T$ diplotkan dalam sebuah grafik, nilai E dapat diperoleh sebagai berikut:

$$-E/R = B$$

$$\ln k_0 = A$$

Jika telah diketahui besarnya penurunan mutu (k) tersebut, maka dihitung umur simpan menggunakan persamaan sebagai berikut:

Persamaan kinetika untuk ordo nol ($n=0$):

$$t_s = (A_0 - A)/k$$

Persamaan reaksi untuk orde satu ($n=1$):

$$t_s = [(\ln A_0 / \ln A)]/k$$

Keterangan :

A_0 = mutu awal

A_t = mutu akhir (mutu produk yang tidak layak konsumsi)

t_s = waktu kadaluarsa

2.2.6. Rancangan Respon

Rancangan respon yang akan dilakukan pada penelitian utama penyimpanan dodol tomat meliputi analisis kimia, analisis mikrobiologi dan uji organoleptik.

2.2.6.1. Analisis Kimia

Analisis kimia yang dilakukan terhadap dodol tomat varietas apel adalah kadar FFA menggunakan metode titimetri (AOAC, 1995).

2.2.6.2. Analisis Mikrobiologi

Analisis kimia yang dilakukan terhadap dodol tomat varietas apel adalah jumlah kapang menggunakan metode TPC (Fardiaz, 1992).

2.2.6.3. Uji Organoleptik

Uji organoleptik dapat menentukan suatu produk diterima atau tidak oleh konsumen yang diwakili oleh panelis sebagai penilai. Penilai produk dodol tomat varietas apel dilakukan terhadap sifat organoleptik warna, aroma, tekstur, dan kenampakan dengan metode skala hedonik berdasarkan tingkat kesukaan panelis terhadap sampel-sampel yang diujikan kepada 30 orang panelis. Kriteria yang digunakan dalam melakukan penilaian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Penilaian Uji Hedonik

Skala Hedonik	Skala Numerik
Sangat tidak suka	1
Tidak suka	2
Agak tidak suka	3
Agak suka	4
Suka	5
Sangat suka	6

III HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk membandingkan kadar air dan kadar gula dari ketiga formulasi dodol tomat dengan syarat mutu dodol menurut SNI 01-2986 tahun 2003. Formulasi dodol tomat yang terpilih selanjutnya digunakan pada penelitian utama.

3.1.1 Analisis Kadar Air

Tabel 3. Hasil Analisis Kadar Air Dodol Tomat

Formulasi	Hasil (%)
I	16,67 ± 1,21
II	15,99 ± 0,06
III	14,59 ± 0,79

Kadar air tertinggi diperoleh pada formulasi I dan terus menurun pada formulasi II dan formulasi III. Penurunan kadar air disebabkan penambahan konsentrasi gula yang berbeda. Semakin tinggi gula yang

ditambahkan pada dodol tomat mengakibatkan kadar air semakin menurun. Gula memiliki kemampuan mengikat air yang ada dalam bahan pangan. Ikatan yang terjadi adalah ikatan hidrogen yang menyebabkan berkurangnya aktivitas air dalam bahan pangan (Buckle *et al*, 1987). Menurut SNI 01-2986 tahun 2003 kadar air dodol maksimal 20%, berdasarkan acuan tersebut, maka ketiga formulasi dodol tomat telah memenuhi syarat SNI.

3.1.2. Analisis Kadar Gula

Tabel 4. Hasil Analisis Kadar Air Dodol Tomat

Formulasi	Hasil (%)
I	24,58 ± 2,43
II	34,04 ± 0,82
III	35,88 ± 1,47

Kadar gula tertinggi pada dodol tomat formulasi III sementara kadar gula terendah adalah dodol tomat formulasi I. Kadar gula sukrosa pada formulasi I sebesar 24,58%, formulasi II 34,04% dan formulasi III 35,88%. Meningkatnya kadar gula pada dodol tomat disebabkan oleh adanya penambahan gula pasir dan tepung beras ketan. Semakin banyak penambahan gula dan tepung beras ketan, maka kandungan glukosa akan naik sehingga dapat meningkatkan gula reduksi (Gaman and Sherrington, 1994).

Menurut SNI 01-2986 tahun 2003 kadar gula dodol minimal 30%, berdasarkan acuan tersebut, maka dodol tomat yang memenuhi syarat SNI adalah formulasi II dan formulasi III, sedangkan formulasi I tidak memenuhi syarat karena kadar gula kurang dari standar minimal yakni 30%.

3.1.3 Formula Terpilih

Menurut SNI formulasi yang memenuhi syarat adalah formulasi II dan formulasi III. Penentuan formula terpilih berdasarkan kadar air dan kadar gula dodol tomat yang akan digunakan pada penelitian utama adalah formulasi III. Karena formulasi ini memiliki kadar air yang paling rendah dan kadar gula

yang paling tinggi diantara formulasi lainnya.

3.2. Hasil Penelitian Utama

Penelitian utama merupakan penelitian lanjutan dari penelitian pendahuluan. Pada penelitian utama dilakukan pengamatan terhadap kadar asam lemak bebas, jumlah kapang dan pengujian organoleptik menggunakan formulasi dodol tomat yang terpilih dari penelitian pendahuluan. Penelitian utama bertujuan untuk mengetahui perubahan kandungan kimia yang terjadi selama penyimpanan dodol tomat yang disimpan pada suhu 20°C, 25°C, dan 30°C. Pengujian organoleptik, analisis kadar asam lemak bebas dan jumlah kapang dilakukan selama 15 hari setiap tiga hari sekali.

3.2.1. Analisis Kadar FFA

Tabel 5. Hasil Pengamatan Kadar FFA Dodol Tomat Selama Penyimpanan

Lama Penyimpanan (hari)	FFA (%)		
	s1 (20°C)	s2 (25°C)	s3 (30°C)
w1	0,62	0,62	0,62
w2	0,96	0,845	0,625
w3	1,24	0,915	0,69
w4	1,85	0,995	0,715
w5	2,055	1,035	0,775
w6	2,61	1,37	0,87

Berdasarkan hasil penelitian pada Tabel 5. diketahui bahwa kadar FFA pada dodol tomat yang disimpan pada suhu 20°C, 25°C, dan 30°C mengalami peningkatan. Kadar FFA tertinggi terdapat pada dodol tomat yang disimpan pada suhu 30°C. Perubahan kadar FFA menunjukkan terjadinya oksidasi asam lemak pada dodol tomat, walaupun demikian perubahan tersebut masih lebih rendah dari batas SNI 01-2986 tahun 2003 yang menyatakan kadar asam lemak bebas pada dodol maksimal 10,5%.

Kadar FFA pada dodol tomat yang disimpan pada suhu 20°C mengalami kenaikan lebih cepat dibandingkan dodol tomat yang disimpan pada suhu 30°C. Semakin

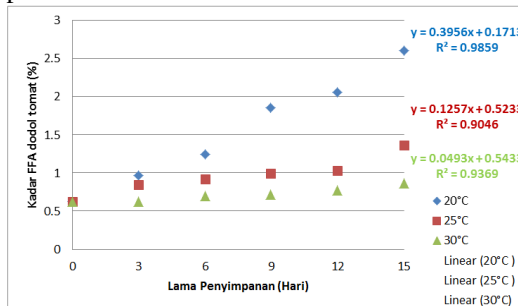
tinggi kadar asam lemak bebas menandakan pula tingginya kadar air pada dodol tomat. Hal ini disebabkan karena terjadinya reaksi hidrolisa terhadap lemak karena terdapatnya sejumlah air dalam lemak tersebut yang akan mengubah lemak menjadi asam lemak bebas dan gliserol, yang akan menyebabkan semakin rendahnya mutu dodol tomat.

Tabel 6. Hasil Analisis R^2 Berdasarkan kadar FFA

T (K)	R^2 (ordo nol)	R^2 (ordo satu)
293	0.9859	0.971
298	0.9046	0.9119
303	0.9369	0.9538

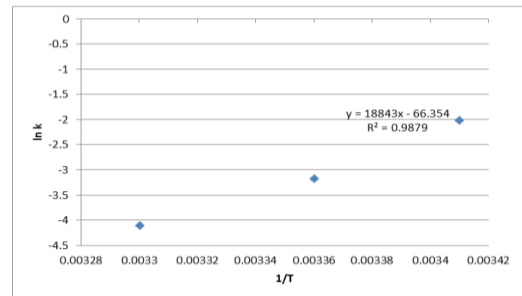
Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa nilai R^2 pada ordo satu lebih besar dibanding dengan nilai R^2 ordo nol, sehingga pendugaan umur simpan dodol tomat berdasarkan kadar FFA menggunakan ordo satu.

Data pada Tabel 5. selanjutnya di plot ke dalam grafik seperti dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Perubahan Kadar FFA Dodol Tomat Selama Penyimpanan.

Seiring dengan lamanya penyimpanan, kadar FFA dodol tomat semakin meningkat. Peningkatan kadar FFA mengikuti kinetika reaksi ordo satu. Penentuan persamaan Arrhenius dilakukan dengan membuat plot nilai $1/T$ dan $\ln k$ pada laju perubahan FFA. Apabila setiap nilai k dan $1/T$ diplotkan dalam sebuah grafik, maka akan diperoleh grafik seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Hubungan $1/T$ dan $\ln k$ berdasarkan Kadar FFA.

Kadar FFA semakin meningkat seiring dengan lamanya waktu penyimpanan dodol tomat. Energi aktivasi yang dibutuhkan sebesar 37422.198 kal/mol $^{\circ}$ K. Konstanta laju penurunan mutu dodol tomat berdasarkan FFA pada suhu 20 $^{\circ}$ C adalah 0,1296/hari, suhu 25 $^{\circ}$ C adalah 0,044/hari, dan pada suhu 30 $^{\circ}$ C adalah 0,0155/hari.

Hubungan energi aktivasi dengan reaksi kerusakan adalah berbanding terbalik. Semakin besar energi aktivasi maka reaksi kerusakan semakin lambat karena energi minimum untuk terjadi reaksi semakin besar (Labuza, 1982). Faktor yang mempengaruhi perubahan mutu produk pangan dikelompokkan menjadi tiga golongan, yaitu energi aktivasi rendah (2-15 kkal/mol), energi aktivasi sedang (15-30 kkal/mol), dan energi aktivasi tinggi (50-100 kkal/mol) (Sadler, 1987 dalam Herawati, 2008).

Perhitungan terhadap umur simpan dodol tomat menggunakan persamaan Labuza (1982) yang disimpan pada suhu 20 $^{\circ}$ C, 25 $^{\circ}$ C, dan 30 $^{\circ}$ C berturut-turut adalah 21,83 hari, 64,30 hari, dan 182,54 hari.

Kadar FFA dodol tomat mengalami peningkatan selama penyimpanan. Kadar FFA yang tinggi mencerminkan kualitas produk yang rendah. Jumlah asam lemak bebas yang semakin meningkat merupakan tanda adanya proses ketengikan dalam bahan pangan. Kerusakan lemak yang utama adalah timbulnya bau dan rasa tengik. Hal ini disebabkan karena lemak bersifat

mudah menyerap bau. Ketengikan dapat disebabkan oleh reaksi hidrolisis atau oksidasi. Hidrolisis sangat mudah terjadi dalam lemak dengan asam lemak rendah, dengan adanya air lemak dapat terhidrolisis menjadi asam lemak dan gliserol (Winarno, 1997).

Keberadaan panas menyebabkan asam lemak tidak jenuh terurai sehingga rantai ikatan rangkap terputus. Hal tersebut akan menambah jumlah asam lemak bebas, sedangkan rantai yang terputus akan berikatan dengan oksigen. Hasil hidrolisa lemak dalam bahan pangan tidak hanya menyebabkan bau yang tidak enak, tetapi juga dapat menurunkan nilai gizi karena kerusakan vitamin larut lemak dan asam lemak esensial dalam lemak (Ketaren, 1989).

Penyebab kerusakan lemak oleh oksidasi disebabkan adanya autooksidasi radikal asam lemak tidak jenuh dalam lemak. Autooksidasi dimulai dengan pembentukan radikal-radikal bebas yang disebabkan oleh faktor-faktor yang mempercepat reaksi seperti cahaya, panas dan logam berat (Winarno, 1997).

Laju dan jalannya autooksidasi bergantung pada susunan lemak, derajat ketidakjenuhannya, dan jenis asam lemak tak jenuh yang ada. Suhu memiliki pengaruh yang penting terhadap laju oksidasi, tetapi pembekuan pun tidak akan dapat mencegah oksidasi secara sempurna (deMan, 1997).

Terbentuknya FFA menyebabkan timbulnya aroma yang tidak diinginkan karena hidrolisis trigliserida menjadi asam lemak dan gliserol. Asam lemak bebas akan terbentuk selama proses oksidasi yang dihasilkan dari pemecahan dan oksidasi ikatan rangkap dari lemak yang terkandung (Ketaren, 1989).

Semakin tinggi kadar asam lemak bebas, umur simpan dodol tomat semakin lama dikarenakan suhu penyimpanan dodol tomat yang berbeda-beda. Semakin tinggi suhu penyimpanan dodol tomat, semakin banyak kandungan air yang menguap, hal ini

akan mempengaruhi penurunan kadar air dodol tomat, sehingga umur simpan dodol tomat yang disimpan pada suhu tinggi memiliki umur simpan yang lebih lama dibandingkan dengan umur simpan dodol tomat yang disimpan pada suhu lebih rendah.

3.2.2. Analisis Jumlah Kapang

Kerusakan bahan pangan oleh jasad renik dapat menyebabkan makanan atau minuman tidak layak konsumsi akibat penurunan mutu. penurunan mutu bahan pangan dan hasil pertanian lainnya antara lain penurunan nilai gizi, penyimpangan warna, perubahan rasa dan bau. Suhu merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme. Hasil pengamatan jumlah kapang selama penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengamatan Jumlah Kapang Dodol Tomat Selama Penyimpanan

Lama Penyimpanan (hari)	Jumlah Kapang (koloni/g)		
	s1 (20°C)	s2 (25°C)	s3 (30°C)
w1	3,65 x10	3,65 x10	3,65 x10
w2	4,50x10	7,00x10	9,50x10
w3	5,50x10	8,00x10	1,05x10 ²
w4	7,00x10	9,50x10	1,25x10 ²
w5	7,00x10	1,25x10 ²	2,00x10 ²
w6	7,50x10	2,05x10 ²	2,85x10 ²

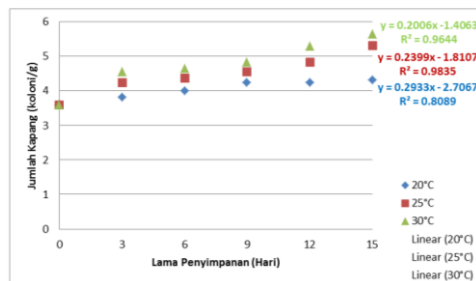
Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, dapat diketahui bahwa jumlah kapang dodol tomat mengalami peningkatan seiring dengan lamanya penyimpanan dan suhu penyimpanannya. Penyimpanan pada suhu tinggi menyebabkan jumlah kapang juga tinggi. Jumlah kapang pada dodol tomat yang disimpan di hari ke-0 sebanyak 3,65 x 10 koloni/g. Menurut syarat mutu dodol SNI 01-2986 tahun 2013, jumlah kapang maksimal pada dodol adalah 2x10².

Tabel 8. Hasil Analisis R^2 Berdasarkan kadar FFA

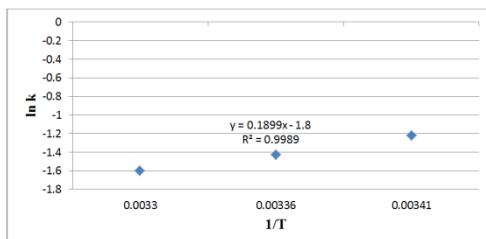
T (K)	R^2 (ordo nol)	R^2 (ordo satu)
293	0.9382	0.8089
298	0.8793	0.9835
303	0.9161	0.9644

Berdasarkan tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa nilai R^2 pada ordo satu lebih besar dibandingkan dengan nilai R^2 ordo nol, sehingga pendugaan umur simpan dodol tomat bedasarkan jumlah kapang menggunakan ordo satu.

Data pada Tabel 7. selanjutnya di plot ke dalam grafik seperti dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Perubahan Jumlah Kapang Dodol Tomat Selama Penyimpanan

Gambar 5. Grafik Hubungan $1/T$ dan $\ln k$ berdasarkan Jumlah Kapang.

Setelah didapatkan nilai laju penurunan mutu dodol tomat, maka dapat dihitung umur simpan dodol tomat pada masing-masing suhu. Umur simpan dodol tomat yang disimpan pada suhu 20°C, adalah 10,28375 hari, yang disimpan pada suhu 25°C adalah selama 10,28388 sedangkan umur simpan dodol tomat yang disimpan pada suhu 30°C adalah selama 10,28394 hari.

Hasil penelitian pendugaan umur simpan dodol tomat menunjukkan bahwa berdasarkan parameter jumlah kapang umur simpan dodol tomat yang

paling lama adalah dodol tomat yang disimpan pada suhu 30°C. Penggunaan suhu tinggi pada penelitian hanya sebatas acuan untuk mempercepat terjadinya reaksi kerusakan pada dodol tomat sehingga dapat diprediksi umur simpannya, sesuai dengan teori metode Arrhenius dimana penggunaan suhu ekstrim dimaksudkan untuk mempercepat reaksi kerusakan pada produk sehingga umur simpan produk dapat disimulasikan. Konstanta laju penurunan mutu berdasarkan jumlah kapang mengalami penurunan pada setiap kenaikan suhu penyimpanan, yang menyebabkan pendugaan umur simpan dodol tomat pada suhu yang lebih tinggi menjadi lebih lama.

Peningkatan jumlah kapang selama penyimpanan dimungkinkan karena beberapa perlakuan yang dilakukan selama proses pembuatan dodol tomat diantaranya pencucian, blansing, tidak terlalu berpengaruh terhadap jumlah mikroba yang tumbuh dan kemungkinan mikroba tersebut belum mati selama proses pembuatan dodol tomat, sehingga selama penyimpanan mikroba yang terdapat pada dodol tomat menjadi aktif kembali.

Faktor yang sangat berpengaruh terhadap penurunan mutu produk pangan adalah perubahan kadar air dalam produk. Aktivitas air (a_w) berkaitan erat dengan kadar air yang umumnya digambarkan sebagai kurva isothermis, serta pertumbuhan bakteri, jamur dan mikroba lainnya. Makin tinggi a_w pada umumnya makin banyak bakteri yang dapat tumbuh, sementara jamur tidak menyukai a_w yang tinggi (Herawati, 2008).

Menurut Adnan (1981), mikroorganisme yang tumbuh pada dodol adalah kapang. Hal ini disebabkan karena kapang tumbuh pada a_w berkisar antara 0,60-0,70. Kapang umumnya bersifat aerobik, yaitu mikroorganisme yang membutuhkan oksigen, ketersediaan oksigen didapat dari

permeabilitas bahan kemasan terhadap oksigen. Pertumbuhan kapang ditandai dengan pembentukan miselium yang berlangsung cepat. Hal ini yang menyebabkan pertumbuhan kapang lebih terlihat dibandingkan dengan khair dan bakteri. Menurut Fardiaz, (1992), dodol tomat yang rusak ditandai dengan munculnya hifa pada permukaan dodol. Kapang jenis *Aspergillus* merupakan penyebab kerusakan pada makanan, *A. repens* merupakan kapang yang tumbuh baik pada substrat dengan konsentrasi gula dan garam tinggi.

Didalam lemak terkandung enzim yang dapat menghidrolisa lemak, semua enzim tersebut masuk kedalam golongan lipase yang menghidrolisa lemak akan menghasilkan asam lemak bebas dan gliserol. Enzim lipase dapat dinaktifkan oleh panas. Indikasi dari aktivitas enzim lipase adalah kenaikan bilangan asam. Enzim lain yang berperan dalam perombakan lemak yaitu enzim lipolitik yang dihasilkan oleh bakteri. Hampir semua bakteri mengandung enzim lipase yang dapat memetabolisir lemak, contohnya dari golongan *Staphylococcus*, *Bacillus*, *Streptococcus* dan *Micrococcus*. Pertumbuhan kapang maksimum pada a.w rendah, semakin tinggi suhu penyimpanan, akan mempengaruhi pertumbuhan kapang yang semakin meningkat pula.

Bahan pengemas juga memiliki kaitan dengan kerusakan pangan, kontaminasi mikroba dapat terjadi saat penanganan bahan baku, pengolahan, dan penyimpanan. Kerusakan pada bahan pangan yang telah dikemas dapat terjadi karena integritas pengemasan yang kurang baik, yaitu melewati celah pada ruang bahan pengemas yang mungkin terjadi akibat penutupan yang tidak sempurna, juga dapat terjadi akibat mikroba yang terkandung di udara masuk melalui bahan pengemas yang memiliki permeabilitas uap air dan gas yang cukup tinggi. Mikroba tersebut akan terus berkembang biak sehingga

jumlahnya akan meningkat selama penyimpanan (Forsythe, 1998).

3.2.3. Analisis Organoleptik

Tabel 9. Pengaruh Interaksi Suhu Penyimpanan (P) dan Waktu Penyimpanan (W) (Dwi Arah) Terhadap Warna Dodol Tomat

Suhu penyimpanan (S)	Waktu penyimpanan (W)					
	w 1	w 2	w 3	w 4	w 5	w 6
s1	A 2.35 c	A 2.27 b	A 2.19 a	C 2.34 c	C 2.28 b	C 2.28 b
s2	A 2.33 c	A 2.21 b	A 2.16 b	A 1.85 a	B 1.89 a	B 1.89 a
s3	A 2.34 c	A 2.2 c	A 2.2 c	B 1.95 b	A 1.78 5 a	A 1.78 5 a

Keterangan : huruf kecil dibaca horizontal, huruf kecil dibaca vertikal.

Warna merupakan salah satu parameter mutu yang memegang peranan penting dalam penerimaan oleh konsumen. Warna dapat memberi petunjuk mengenai adanya perubahan kimia dalam makanan, selain itu memiliki daya tarik untuk konsumen sehingga konsumen dapat memberi kesan suka atau tidak suka dengan cepat. Warna pada produk makanan tertentu merupakan penentu kerusakan serta petunjuk tingkat mutu dan pedoman proses pengolahan (DeMan, 1997).

Warna merupakan salah satu faktor yang menentukan mutu bahan pangan sebelum faktor-faktor lain dipertimbangkan secara visual. suatu bahan pangan yang bergizi dan bertekstur baik akan kurang baik jika memiliki warna yang menyimpang dari warna seharusnya. Faktor yang menyebabkan suatu bahan pangan berwarna adalah pigmen alami yang terdapat dalam bahan makan tersebut.

Pigmen karotenoid mudah rusak terhadap panas, sehingga produk akan mengalami perubahan warna (memudar) pada penyimpanan suhu tinggi. Selain sebagai faktor yang ikut menentukan mutu, warna juga dapat digunakan

sebagai indikator terhadap baik atau tidaknya cara pencampuran dan pengolahan yang ditandai dengan adanya warna yang seragam dan merata.

Tabel 10. Pengaruh Interaksi Suhu Penyimpanan (P) dan Waktu Penyimpanan (W) (Dwi Arah) Terhadap Aroma Dodol Tomat

Suhu penyimpanan (S)	Waktu penyimpanan (W)					
	W 1	W 2	W 3	W 4	W 5	W 6
s1	A 2.32 c	A 2.22 5 b	A 2.24 b	B 2.2 a	C 2.1 a	B 2.06 a
s2	A 2.33 d	AB 2.16 d	B 2.04 c	A 1.78 b	B 1.78 b	A 1.64 a
s3	A 2.33 d	B 2.15 c	C 2.11 c	A 1.74 b	A 1.71 b	A 1.61 5 a

Keterangan : huruf kecil dibaca horizontal, huruf kecil dibaca vertikal.

Pengujian terhadap aroma dianggap penting karena dengan cepat dapat memberikan hasil penilaian terhadap produk tentang diterima atau tidaknya produk tersebut. Aroma juga dapat digunakan sebagai suatu indikator terjadinya kerusakan pada produk misalnya sebagai akibat cara pengemasan atau cara penyimpanan yang kurang baik (Kartika, 1988).

Aroma dodol tomat adalah aroma khas buah tomat dengan sedikit aroma karamel. Semakin lama penyimpanan, aroma khas tomat menghilang, tergantikan dengan aroma asam. Suhu dan lama penyimpanan dapat mempengaruhi penurunan aroma dodol tomat, semakin tinggi suhu penyimpanan maka aroma dodol tomat akan semakin menurun.

Aroma dan bau rasa makanan dapat dikaitkan dengan keberadaan satu atau beberapa senyawa yang menimbulkan kesan makanan tertentu. Aroma dari suatu bahan makanan dapat ditimbulkan oleh satu atau beberapa komponen yang merupakan karakteristik aroma bahan pangan tersebut (de Man, 1997). Peningkatan aroma tidak sedap

(off flavor) pada dodol tomat selama penyimpanan terjadi karena mikroba.

Tabel 11. Pengaruh Interaksi Suhu Penyimpanan (P) dan Waktu Penyimpanan (W) (Dwi Arah) Terhadap Tekstur Dodol Tomat

Suhu penyimpanan (S)	Waktu penyimpanan (W)					
	W 1	W 2	W 3	W 4	W 5	W 6
s1	A 2.15 a	A 2.19 Abc	B 2.27 c	C 2.21 5 abc	B 2.24 bc	B 2.17 ab
s2	A 2.18 c	A 2.11 C	A 2.1 c	B 1.94 b	A 1.86 b	A 1.74 a
s3	A 2.14 c	A 2.18 C	A 2.05 c	A 1.78 b	A 1.80 5 b	A 1.67 5 a

Keterangan : huruf kecil dibaca horizontal, huruf kecil dibaca vertikal.

Tekstur merupakan parameter yang berpengaruh terhadap penurunan mutu dodol tomat. Pengujian terhadap tekstur dodol tomat dilakukan dengan cara menekan dodol menggunakan jari. Tekstur kenyal dapat dirasakan pada dodol tomat penyimpanan hari ke-0, hal ini dikarenakan adanya tepung ketan yang ditambahkan. Pemasakan dodol tomat mengakibatkan terjadinya gelatinisasi amilopektin yang terdapat pada tepung ketan akan membentuk pasta kental, sehingga tekstur dodol menjadi kenyal dan elastis (Siswoputranto, 1989).

Kerusakan yang terjadi pada sebagian besar produk pangan semi basah terletak pada perubahan tekstur yang terjadi selama penyimpanannya. Kerusakan ditandai dengan tekstur dodol yang menjadi lembek. Perubahan tekstur ini disebabkan adanya penyerapan uap air yang berasal dari luar produk hingga menyebabkan kenaikan kadar air pada produk (Sugiyono, 2002).

Tabel 12. Pengaruh Interaksi Suhu Penyimpanan (P) dan Waktu Penyimpanan (W) (Dwi Arah) Terhadap Kenampakan Dodol Tomat

Suhu penyimpanan (S)	Waktu penyimpanan (W)					
	w 1	w 2	w 3	w 4	w 5	w 6
s1	A 2.28 5 bc	A 2.25 ab	B 2.34 c	B 2.34 c	C 2.22 ab	C 2.18 a
s2	A 2.29 d	A 2.21 d	A 2.02 5 c	A 1.64 ab	B 1.68 b	A 1.57 a
s3	A 2.27 d	A 2.2 d	A 2.09 c	A 1.7 b	A 1.46 a	A 1.44 6 a

Keterangan : huruf kecil dibaca horizontal, huruf kecil dibaca vertikal.

Perubahan yang sering terjadi pada produk pangan semi basah yaitu tumbuhnya kapang pada permukaan produk, timbulnya aroma tidak sedap yang diikuti dengan berubahnya cita rasa. Jika produk olahan dodol telah mengalami faktor perubahan-perubahan tersebut maka dodol dapat dikatakan tidak layak untuk dikonsumsi (Herawati, 2008).

Kenampakan dodol tomat mulai menunjukkan perubahan pada pengujian hari ke-9, permukaan dodol tomat mulai ditumbuhi kapang. Hal ini sesuai dengan penelitian Irsyad (2011) yang menyatakan bahwa dodol talas mulai ditumbuhi kapang pada hari ke-10. Hasil ini juga sesuai dengan penelitian Elysa (2009) yang menyatakan bahwa penyimpanan dodol hingga 16 hari tidak dapat mempertahankan mutu dodol.

IV KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian “Pendugaan Umur Simpan Dodol Tomat (*Lycopersicum pyriforme*) Menggunakan Metode Accelerated Shelf Life Testing (ASLT) Model Arrhenius” adalah sebagai berikut :

1. Hasil analisis penelitian pendahuluan diketahui formulasi dodol tomat yang sesuai dengan kadar air dan kadar

gula menurut SNI No. 01-2986-2013 adalah formulasi III.

2. Hasil analisis penelitian utama berdasarkan respon kadar FFA umur simpan dodol tomat yang disimpan pada suhu 20°C, 25°C, dan 30°C berturut-turut adalah 21,83 hari, 64,30 hari, dan 182,54 hari.
3. Berdasarkan respon jumlah kapang, umur simpan dodol tomat yang disimpan pada suhu 20°C, 25°C dan 30°C berturut-turut adalah 10,28375 hari, 10,28388 hari dan 10,28394 hari.
4. Berdasarkan ANAVA, disimpulkan bahwa suhu dan lama penyimpanan berpengaruh nyata terhadap karakteristik warna, aroma, tekstur dan kenampakan dodol tomat. Semakin tinggi suhu dan lama penyimpanan, penilaian dodol tomat secara organoleptik akan semakin rendah.

4.2. Saran

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat disampaikan adalah:

1. Perlu dilakukannya pengaturan suhu selama pemasakan dodol tomat.
2. Perlu dilakukannya analisis terhadap kadar air selama penyimpanan.
3. Perlu dilakukannya penelitian secara kuantitatif terhadap tekstur dodol tomat menggunakan *texture analyzer*.
4. Perlunya dilakukan pengujian umur simpan dodol tomat menggunakan jenis kemasan yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 2005. **Official Methods of Analysis**. Association of Official Analytical Chemist. Washington DC.
- Apriyantono, A. 1989. **Analisis Pangan**. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal

- Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor : Bogor.
- Buckle *et al.* 1987. **Ilmu Pangan**. Penerjemah Purnomo dan Adiono. UI Press : Jakarta.
- De Man, JM. 1997. **Kimia Makanan**. Dialihbahasakan oleh K. Padmawinata. Institut Teknologi Bandung : Bandung.
- Deng, J.C. 1978. **Effect of Iced Storage on Free Fatty Acid Production and Lipid Oxidation in Mullet Muscle**. J. Food Science.
- Elysa, Q. 2009. **Pengaruh Konsentrasi Gula Pasir dan Tepung Ketan terhadap Sifat Kimia, Organoleptik, Serta Daya Simpan Dodol Ubi Jalar Ungu**. Skripsi. Universitas Sumatera Utara : Medan.
- Fardiaz, S. **Mikrobiologi Pangan**. 1992. PT Gramedia Pustaka Utama : Jakarta.
- Forsythe, S.J., dan P. R. Hayes. 1998. **Food Hygiene Microbiology and HACCP**. Aspen Publisher : Gaithersburg.
- Gamman, P.M., dan K.B. Sherrington. 1994. **Ilmu Pangan, Pengantar Ilmu Pangan, Nutrisi dan Mikrobiologi**. Universitas Gadjah Mada Press : Yogyakarta.
- Herawati, H. 2008. **Penentuan Umur Simpan pada Produk Pangan**. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, Jawa Tengah.
- Irsyad. 2011. **Perbaikan Proses untuk Peningkatan Umur Simpan Dodol Talas**. Skripsi Institut Pertanian Bogor : Bogor.
- Gadjah Mada : Yogyakarta.
- Kelmaskosu, D., Breemer, R., dan Polnaya, F.J. 2015. **Pengaruh Konsentrasi Tepung Beras Ketan Terhadap Mutu Dodol Pepaya**. Jurnal Teknologi Pertanian Volume 4 No 1.
- Ketaren, S. 1989. **Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan**. UI press : Jakarta.
- Khamidah, A., dan Eliartati. 2006. **Pengaruh Penambahan Gula Pasir dan Gula Merah terhadap Tingkat Kesukaan Dodol Nanas**. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Riau.
- Kusnandar, F. 2006. **Desain Percobaan dalam Penetapan Umur Simpan Produk Pangan dengan Metode ASLT (Model Arrhenius dan Kadar Air Kritis)**. Di dalam : Modul Pelatihan Pendugaan dan Pengendalian Masa Kadaluarasa Bahan dan Produk Pangan. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan dan Seafest Center Institut Pertanian Bogor : Bogor.
- Siswoputranto. L, D. 1989. **Teknologi Pasca Panen Kentang**. Liberty : Yogyakarta.
- Sudarmadji, S. 1984. **Analisa Bahan Makanan dan Pertanian**. Liberty : Yogyakarta.
- Sudarsono. 1981. **Mempelajari Berbagai Jenis dan Sifat Pangan Semi Basah Tradidionil serta Hubungannya dengan Keawetan**. Skripsi, Teknologi dan Mekanikal Pertanian. Institut Pertanian Bogor : Bogor
- Sugiyono, 2002. **Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan**. PAU Pangan dan Gizi Institut Pertanian Bogor : Bogor.
- Syarief dan Halid. 1992. **Teknologi Penyimpanan Pangan**. Pusat

Antar Universitas Pangan dan Gizi, cetakan ke-3, Institut Pertanian Bogor : Bogor.

Syarief, R., S. Santausa, dan S. Isyana. 1989. **Teknologi Pengemasan Pangan**. Pusat Antar-Universitas, Institut Pertanian Bogor : Bogor.

Turyoni D. 2007. **Pengaruh Penambahan Gula Kelapa Terhadap Kualitas Dodol Tape Kulit Singkong**. Teknologi Jasa dan Produksi Universitas Negeri Semarang.

Winarno, F.G. 1997. **Kimia Pangan dan Gizi**. PT Gramedia Pustaka Utama : Jakarta.