

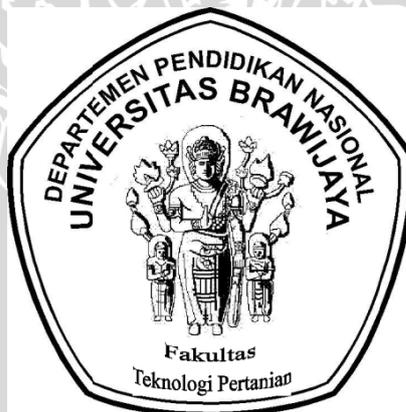
**PENDUGAAN UMUR SIMPAN KERIPIK APEL  
MENGUNAKAN METODE *ACCELERATED SHELF LIFE TESTING*  
(ASLT) DENGAN PENDEKATAN ARRHENIUS  
(Studi Kasus Di CV. Bagus Agriseta Mandiri Batu)**

**SKRIPSI**

Oleh :

**KUSWINDARI HARINDHA MAHARDHINI**

**0311030044 – 103**



**JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2008**

**KUSWINDARI HARINDHA M. 0311030044. Pendugaan Umur Simpan Keripik Apel Menggunakan Metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) Dengan Pendekatan Arrhenius (Studi Kasus Di CV. Bagus Agriseta Mandiri Batu). SKRIPSI.**

**Pembimbing : 1. Dr. Ir. Wignyanto, MS  
2. Ir. Sukardi, MS**

---

---

### RINGKASAN

Keripik apel diproduksi dengan menggunakan teknologi *vacuum frying*, yaitu proses penggorengan dengan *vacuum* (tanpa udara). Salah satu yang menjadi kelemahan dari keripik apel adalah belum diketahui umur simpan yang sesungguhnya dari keripik apel, sehingga konsumen tidak tahu apakah keripik apel tersebut masih layak untuk dikonsumsi atau tidak.

Tujuan penelitian adalah untuk menduga umur simpan keripik apel menggunakan metode ASLT (*Accelerated Shelf Life Testing*) sehingga dapat diketahui masa kadaluwarsa dari keripik apel. Metode penelitian yang digunakan Metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) dengan pendekatan Arrhenius. Keripik apel yang digunakan dikemas menggunakan aluminium foil dengan ketebalan  $20\mu$  -  $30\mu$ , dan disimpan pada tiga suhu yang berbeda, yaitu  $35^{\circ}\text{C}$ ,  $40^{\circ}\text{C}$  dan  $45^{\circ}\text{C}$  selama 42 hari dan dilakukan analisa setiap 7 hari dengan tiga kali ulangan dengan parameter asam lemak bebas dan kadar air.

Hasil penelitian didapatkan nilai energi aktivasi FFA sebesar 2306,163 kal/mol, sehingga perhitungan umur simpan keripik apel berdasarkan nilai energi aktivasi terkecil, yaitu energi aktivasi parameter asam lemak bebas. Umur simpan keripik apel berdasarkan parameter FFA pada suhu  $35^{\circ}\text{C}$  selama 279 hari, suhu  $40^{\circ}\text{C}$  selama 263 hari dan pada suhu  $45^{\circ}\text{C}$  selama 248 hari. Setelah dikonversikan dengan suhu ruang, didapatkan umur simpan pada suhu  $20^{\circ}\text{C}$  selama 339 hari, suhu  $25^{\circ}\text{C}$  selama 317 hari dan suhu  $33^{\circ}\text{C}$  selama 286 hari. Berdasarkan hasil perhitungan umur simpan, diperkirakan masa kadaluwarsa keripik apel adalah 6 bulan sampai dengan 7 bulan.

Kata Kunci : Umur Simpan, Keripik Apel, *Accelerated Shelf Life Testing*, Arrhenius

**KUSWINDARI HARINDHA. M. 0311030044. *Shelf Life Prediction Of Apple Crisps Using Accelerated Shelf Life Testing (ASLT) Method Within Arrhenius Approximate (Case Study in CV. Bagus Agriseta Mendiri Batu Malang).***  
**SKRIPSI.**

**Mentors : 1. Dr. Ir. Wignyanto, MS**  
**2. Ir. Sukardi, MS**

---

---

### SUMMARY

*Apple crisps are produced within vacuum frying technology, that is frying process with vacuum condition (without air). One weakness of apple crisps is not known yet it's truly shelf life, so that consumers did not know whether these apple crisps are deserve to consumed or not.*

*The objective of this research is to determine the shelf life of apple crisps using Accelerated Shelf Life Testing (ASLT), so that can be used to determine the expiration date of apple crisps. The main parameter that is used to estimate the shelf life of apple crisps are free fatty acid and water content. The apple crisps are packed using the aluminium foil within thickness between 20 $\mu$  up to 30 $\mu$ , and its stored at three different temperatures, that are 35°C, 40°C and 45°C during 42 days, and the analysis are done in every 7 days, within 3 times to repeat.*

*The results of this research shown that the activation energy of free fatty acid parameter is about 2306,163 kal/mol. Based on free fatty acid parameter, in 35°C temperature shelf life prediction of apple crisps is about 279 days, in 40°C temperature is about 263 days and in 45°C temperature is about 248 days. And then, after its conversed on normal temperature, shelf life of apple crisps at 20°C is about 339 days, 25°C temperature is about 317 days and in 33°C temperature is about 286 days. Based on the shelf life calculation, could be predicted that the apple crisps expiration date is about 6 month up to 7 month.*

*Keywords : Shelf Life, Apple Crisps, Accelerated Shelf Life Testing, Arrhenius*

DAFTAR ISI

	Hal
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>RINGKASAN</b> .....	ii
<b>SUMMARY</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	viii
<b>I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan .....	3
1.3. Manfaat .....	3
1.4. Hipotesa .....	4
<b>II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Tinjauan Keripik .....	5
2.1.1. Tinjauan Umum Keripik .....	5
2.1.2. Keripik Apel .....	6
2.1.3. Kerenyahan .....	11
2.1.4. Jenis Dan Karakteristik Kemasan .....	11
2.1.5. Penurunan Mutu Keripik Apel .....	13
2.2 Umur Simpan Produk Pangan .....	14
2.3 Metode Perndugaan Umur Simpan Produk Pangan .....	18
2.4 Metode Pengujian Umur Simpan Terakselerasi ( <i>Accelerated Shelf Life Testing</i> ) .....	20
2.5 Model Arrhenius .....	23
2.6 Kinetika Reaksi Dasar Untuk Pendugaan Penurunan Mutu .....	28
<b>III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	31
3.2 Alat dan Bahan .....	31



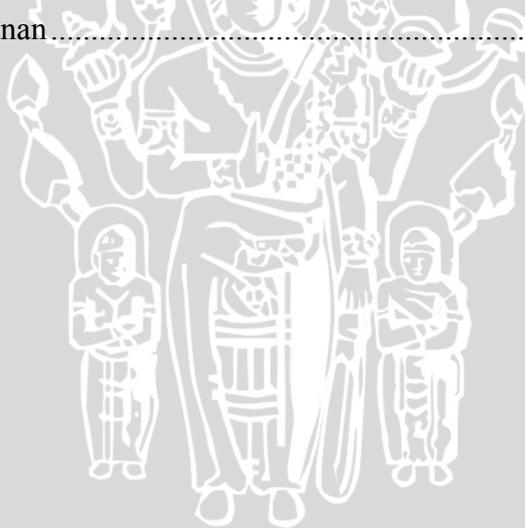
3.2.1. Alat.....	31
3.2.2. Bahan .....	31
3.3. Metode Penelitian .....	32
3.4. Asumsi Penelitian .....	33
3.5. Pelaksanaan Peneltiaan.....	33
<b>IV PEMBAHASAN</b>	
4.1. Karakteristik Keripik Apel.....	40
4.1.1. Karakteristik Fisik Organoleptik.....	40
4.1.2. Karakteristik Fisikokimia.....	43
4.2. Kinetika Laju Penurunan Mutu Keripik Apel Dengan Model Arrhenius.....	45
4.2.1. Laju Penurunan Mutu Keripik Apel Terhadap Parameter Asam Lemak Bebas (FFA) .....	45
4.2.2. Laju Penurunan Mutu Keripik Apel Terhadap Parameter Kadar Air .....	51
4.3. Pendugaan Umur Simpan Keripik Apel.....	56
4.3.1. Pendugaan Umur Simpan Keripik Apel Berdasarkan Parameter asam Lemak Bebas (FFA) .....	57
<b>V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1. Kesimpulan .....	61
5.2. Saran .....	61
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

		Hal
<b>Tabel 1</b>	Suhu Penyimpanan ASLT.....	19
<b>Tabel 2</b>	Penggolongan Jenis-Jenis Reaksi Berdasarkan Besarnya Energi Aktivasi.....	27
<b>Tabel 3</b>	Rerata Hasil Uji Panelis Karakteristik Mutu Keripik Apel Pada Suhu 35°C, 40°C Dan 45°C.....	41
<b>Tabel 4</b>	Nilai Karakteristik Kimia Keripik Apel Pada Awal Dan Akhir Penyimpanan.....	43
<b>Tabel 5</b>	Rerata Nilai Asam Lemak Bebas (FFA) Keripik Apel Yang Disimpan Pada Tiga Kondisi Suhu.....	47
<b>Tabel 6</b>	Rerata Nilai Kadar Air Keripik Apel Yang Disimpan Pada Tiga Kondisi Suhu Penyimpanan.....	52
<b>Tabel 7</b>	Pendugaan Umur Simpan Keripik Apel Berdasarkan Parameter asam Lemak Bebas (FFA).....	58

DAFTAR GAMBAR

	Hal
<b>Gambar 1</b> Diagram Alir Pembuatan Keripik Apel.....	10
<b>Gambar 2</b> Plot Umur Simpan Menggunakan Model Arrhenius .....	26
<b>Gambar 3</b> Tahapan Pelaksanaan Pengambilan Data.....	38
<b>Gambar 4</b> Tahapan Penelitian Umur Simpan Keripik Apel .....	39
<b>Gambar 5</b> Grafik Rerata Nilai Asam Lemak Bebas (FFA) Pada Tiga Kondisi Suhu Penyimpanan.....	48
<b>Gambar 6</b> Grafik Plot Arrhenius Perubahan Nilai Asam Lemak Bebas (FFA) Pada Tiga Kondisi Suhu Penyimpanan.....	50
<b>Gambar 7</b> Grafik Rerata Nilai Kadar Air Pada Tiga Kondisi Suhu Penyimpanan..	54
<b>Gambar 8</b> Grafik Plot Arrhenius Perubahan Kadar Air Pada Tiga Kondisi Suhu Penyimpanan.....	55



## DAFTAR LAMPIRAN

	Hal
<b>Lampiran 1</b> Prosedur Analisis Kimia .....	67
<b>Lampiran 2</b> Lembar Uji Organoleptik Menggunakan Metode <i>Line Scale</i> .....	70
<b>Lampiran 3</b> Hasil Uji Panelis Karakteristik Mutu Keripik Apel .....	71
<b>Lampiran 4</b> Data Pengamatan Nilai FFA Keripik Apel .....	92
<b>Lampiran 5</b> Data Pengamatan Nilai Kadar Air Keripik Apel.....	93
<b>Lampiran 6</b> Data Penyusutan Berat Keripik Apel .....	94
<b>Lampiran 7</b> Perhitungan Nilai Energi Aktivasi Keripik Apel Berdasarkan Parameter Asam Lemak Bebas (FFA) .....	95
<b>Lampiran 8</b> Perhitungan Nilai Energi Aktivasi Keripik Apel Berdasarkan Parameter Kadar Air .....	96
<b>Lampiran 9</b> Perhitungan Umur Simpan Keripik Apel Berdasarkan Parameter Asam Lemak Bebas (FFA) .....	97
<b>Lampiran 10</b> Perbandingan Perubahan Warna Keripik Apel Pada Tiga Kondisi Suhu Penyimpanan.....	100

## I PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Keripik merupakan irisan buah atau umbi-umbian yang digoreng sampai kering dan garing, keripik mempunyai kadar air yang relatif rendah sehingga dapat disimpan dalam waktu yang lama. Dewasa ini, banyak sekali bermunculan berbagai macam keripik yang menggunakan bahan baku dari buah, sehingga masyarakat mempunyai banyak alternatif untuk memilih keripik yang mereka sukai.

CV. Bagus Agriseta Mandiri Batu merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam pengolahan buah, khususnya apel. Produk yang dihasilkan antara lain adalah jenang apel, sari apel dan keripik apel, serta berbagai macam keripik buah lain seperti keripik nangka.

Salah satu olahan buah yang dijadikan keripik yaitu keripik apel. Keripik apel sudah sangat dikenal oleh masyarakat sebagai oleh-oleh khas dari kota Malang. Keripik apel yang diproduksi adalah keripik apel rendah minyak karena menggunakan teknologi *vacuum frying*, yaitu proses penggorengan dengan *vacuum* (tanpa udara). Apel yang digunakan adalah varietas manalagi, karena memiliki rasa yang manis dan aromanya harum. Aroma apel dapat dipertahankan pada suhu di bawah 140°C – 150°C. Selain itu apel manalagi mempunyai ukuran yang bulat dan seragam, sehingga dapat menghasilkan keripik apel dengan ukuran yang seragam.

Kualitas dari keripik apel ditentukan oleh citarasanya, sedangkan kualitas produk makanan akan mengalami penurunan selama jangka waktu tertentu seiring dengan meningkatnya waktu penyimpanan, tidak terkecuali citarasa. Menurut Kuntz (1996), penurunan mutu ini dapat diakibatkan oleh beberapa hal, yaitu reaksi pembusukan oleh mikroba, reaksi kimia seperti oksidasi, degradasi senyawa flavor, perubahan tekstur akibat kontribusi air dan perubahan warna. Selama ini belum diketahui umur simpan yang sebenarnya dari keripik apel, sehingga konsumen tidak tahu apakah keripik apel tersebut masih layak untuk dikonsumsi atau tidak.

Besarnya permintaan dari konsumen yang menginginkan produk pangan yang awet, murah dan mudah disajikan serta aman menuntut produsen untuk membuat produk yang lebih awet dengan menawarkan produk yang diawetkan dalam kemasan sebagai wadah. Menurut Davis (2003), umur simpan produk pangan merupakan waktu dimana produk diterima oleh konsumen, dimana faktor yang mempengaruhi penerimaan adalah sifat sensori, kimia dan mikrobiologis.

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk menduga umur simpan suatu produk adalah dengan metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT). Metode ini menggunakan suatu kondisi lingkungan yaitu suhu yang dapat mempercepat terjadinya reaksi-reaksi penurunan mutu produk pangan dengan pendekatan Arrhenius sebagai persamaan untuk memperhitungkan perubahan energi aktivasi. Metode ini lebih mudah digunakan pada produk yang umur simpannya relatif panjang dan terpengaruh oleh faktor ekstrinsik yaitu suhu sebagai parameter kunci penentu penurunan mutu produk pangan. Dari parameter yang paling berpengaruh

tersebut akan mempunyai energi aktivasi terendah, karena semakin rendah nilai energi aktivasinya, suatu reaksi akan berjalan cepat, begitu pula sebaliknya makin tinggi nilai energi aktivasinya maka suatu reaksi akan berjalan lambat.

Masa kadaluwarsa merupakan akibat dari umur simpan yang menunjukkan makanan tidak lagi dapat dikonsumsi, dan selain itu produk akan mengalami perubahan kenampakan, citarasa dan kandungan gizi. Penentuan waktu kadaluwarsa pada label suatu produk pangan sangat penting sekali, karena dapat memberikan informasi kepada konsumen mengenai kualitas produk yang dibeli dan dapat mengetahui kapan batas waktu penggunaan produk tersebut sehingga aman untuk dikonsumsi. Karena itu, pendugaan umur simpan suatu produk sangat penting untuk diketahui agar selanjutnya dapat diketahui masa kadaluwarsa dari produk tersebut.

## 1.2. Tujuan

Tujuan penelitian adalah untuk menduga umur simpan keripik apel menggunakan metode ASLT (*Accelerated Shelf Life Testing*) sehingga dapat diketahui masa kadaluwarsa dari keripik apel.

## 1.3. Manfaat

- Bagi perusahaan : penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bagi pengusaha keripik apel dalam menduga umur simpan keripik apel.
- Bagi mahasiswa : penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk menerapkan ilmu yang didapatkan selama perkuliahan.



- Bagi masyarakat : penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang masa kadaluwarsa dari keripik apel



## II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Tinjauan Keripik

#### 2.1.1. Tinjauan Umum Keripik

Teknologi pengawetan buah-buahan dapat dilakukan dengan cara mengawetkan buah dalam bentuk segar (*fresh fruit*) maupun dijadikan sebagai makanan olahan. Salah satu bentuk makanan olahan dari buah-buahan yang mempunyai peluang pasar internasional adalah dalam bentuk makanan kering. Permintaan akan makanan kering buah-buahan saat ini terus meningkat disebabkan karena masyarakat banyak menyukai makanan sehat (*healthy foods*) yang banyak mengandung serat makanan (*dietary fiber*) seperti dalam buah-buahan, dan dalam proses pembuatannya tanpa bahan tambahan seperti pengawet (Harmanto, 1999).

Keripik adalah makanan ringan (*snack food*) yang tergolong jenis makanan crackers, yaitu makanan yang bersifat kering, renyah (*crispy*). Renyah adalah keras tetapi mudah patah. Sifat renyah, tahan lama, praktis, mudah dibawa dan disimpan, serta dapat dinikmati kapan saja (Sulistiyowati, 1999). Bahan baku untuk membuat keripik dapat berasal dari berbagai macam bahan yang mengandung pati atau campuran berbagai jenis bahan yang salah satunya mengandung pati. Selama ini keripik hanya dikenal terbuat dari pisang mentah, ubi kayu atau umbi-umbian lainnya. Tapi sejalan dengan perkembangan teknologi, buah-buahan yang sudah matang pun, seperti nanas, pepaya, apel, nangka, wortel, mangga dan lain-lain bisa diolah menjadi keripik.

### 2.1.2. Keripik Apel

Keripik apel dibuat dengan cara pengeringan menggunakan mesin *vacuum*. Menurut Susanto, dkk (1994), pengeringan merupakan suatu cara untuk mengeluarkan atau mengevaluasi sebagian air dari suatu bahan dengan cara diuapkan. Proses penguapan dapat dilakukan dengan energi panas sampai batas mikroba dan kegiatan enzimatis tidak dapat menyebabkan kerusakan yang berarti. Dengan mesin penggoreng vakum (*vaccum frying*) memungkinkan mengolah komoditi peka panas seperti buah dan sayuran menjadi hasil olahan berupa keripik (*chip*), seperti; keripik nangka, keripik apel, keripik salak, keripik pisang, keripik nenas, keripik melon, keripik salak, keripik pepaya dll. Pada kondisi vakum suhu penggorengan dapat diturunkan sebesar 70°C - 85°C. Dengan demikian produk yang dapat mengalami kerusakan baik warna, aroma, rasa dan nutrisi akibat panas dapat diproses. Selain itu kerusakan minyak dan akibat-akibat yang ditimbulkan dapat diminumkan, karena proses dilakukan pada suhu dan tekanan rendah (Sofyan, 2004).

Apel yang digunakan adalah apel jenis manalagi, yang memiliki rasa manis dan aromanya harum. Aroma apel dapat dipertahankan pada suhu di bawah 140°C - 150°C. Komponen pembentuk flavour apel yang berbentuk amil ester dari asam format, asam asetat, asam kaproat dan asam kaprilat juga akan berkurang jika suhu pengeringan terlalu tinggi (Teule and Cronzet, 1994).

Beberapa keuntungan dari pemakaian teknologi pengeringan pada sayur dan buah antara lain : bahan menjadi lebih awet, volume bahan menjadi lebih

kecil, berat bahan berkurang sehingga memudahkan proses distribusi. Dengan demikian diharapkan biaya produksi menjadi lebih murah. Sedangkan kerugiannya antara lain : terjadinya perubahan-perubahan fisis, seperti : pengerutan, perubahan warna, kekerasan dan sebagainya. Perubahan kualitas kimia antara lain : penurunan vitamin C maupun terjadinya pencoklatan (Susanto dkk, 1994).

Buah-Buahan yang dikeringkan mempunyai densitas gizi dan kandungan serat lebih besar, peningkatan umur simpan, dan kandungan fenol antioksidan lebih tinggi dibandingkan dengan buah segar. Kualitas antioksidan dalam buah kering adalah sama dengan buah segar. Akan tetapi kandungan vitamin C dalam buah segar berkurang pada saat proses pengeringan. Buah yang dikeringkan mengandung karhidrat yang tinggi, kaya serat dan rendah lemak. Buah kering mengandung antioksidan, akan tetapi, karena proses pengeringan, maka yang diutamakan adalah kandungan gizinya, dan juga kalorinya. Menurut Pusat Pengendalian dan Pencegahan Penyakit, merekomendasikan bahwa buah kering harus mengandung separuh yang masih segar (setengah kering) (Platkin, 2007).

Pembuatan keripik apel secara umum dapat dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut : (Sulistyowati, 2004)

1. Sortasi dan pencucian

Bahan baku adalah faktor utama yang akan menentukan kualitas keripik. Meskipun proses pengolahan benar, namun tanpa bahan baku berkualitas mustahil dihasilkan produk berkualitas. Proses persiapan bahan terdiri dari pemilihan buah, pencucian. Pemilihan buah merupakan tahapan yang

sangat penting, karena dapat mempengaruhi produk akhir. Pemilihan buah di maksudkan untuk memilih buah yang masih segar dan cukup tua. Selain itu juga untuk memperoleh ukuran yang seragam. Pencucian di maksudkan untuk menghilangkan atau membersihkan kotoran-kotoran yang melekat pada buah

## 2. Pengirisan

Pengirisan dilakukan untuk membuang bagian-bagian yang tidak diperlukan untuk mempercepat proses pengeringan buah, karena kecepatan pengeringan salah satunya ditentukan oleh ketebalan irisan. Pengirisan juga bertujuan untuk menghasilkan produk dengan ukuran sesuai keinginan, menghasilkan keripik yang renyah dan menjamin proses pengeringan berlangsung sempurna. Arah irisan agak tegak lurus dengan bagian tengah jantung apel, dan tebal irisan antara 1-2 mm.

## 3. Perlakuan pra-pengeringan

Perlakuan pra-pengeringan bertujuan untuk menghasilkan bahan baku dengan karakteristik dan kualitas tertentu. Termasuk dalam proses ini adalah perendaman dengan larutan garam yang bertujuan untuk mencegah *browning*, dan perlakuan pendahuluan yang lain, yaitu setelah direndam dalam larutan garam, apel dimasukkan *freezer* selama 24 jam. Proses ini bertujuan supaya keripik apel yang dihasilkan lebih renyah.

## 4. Penggorengan

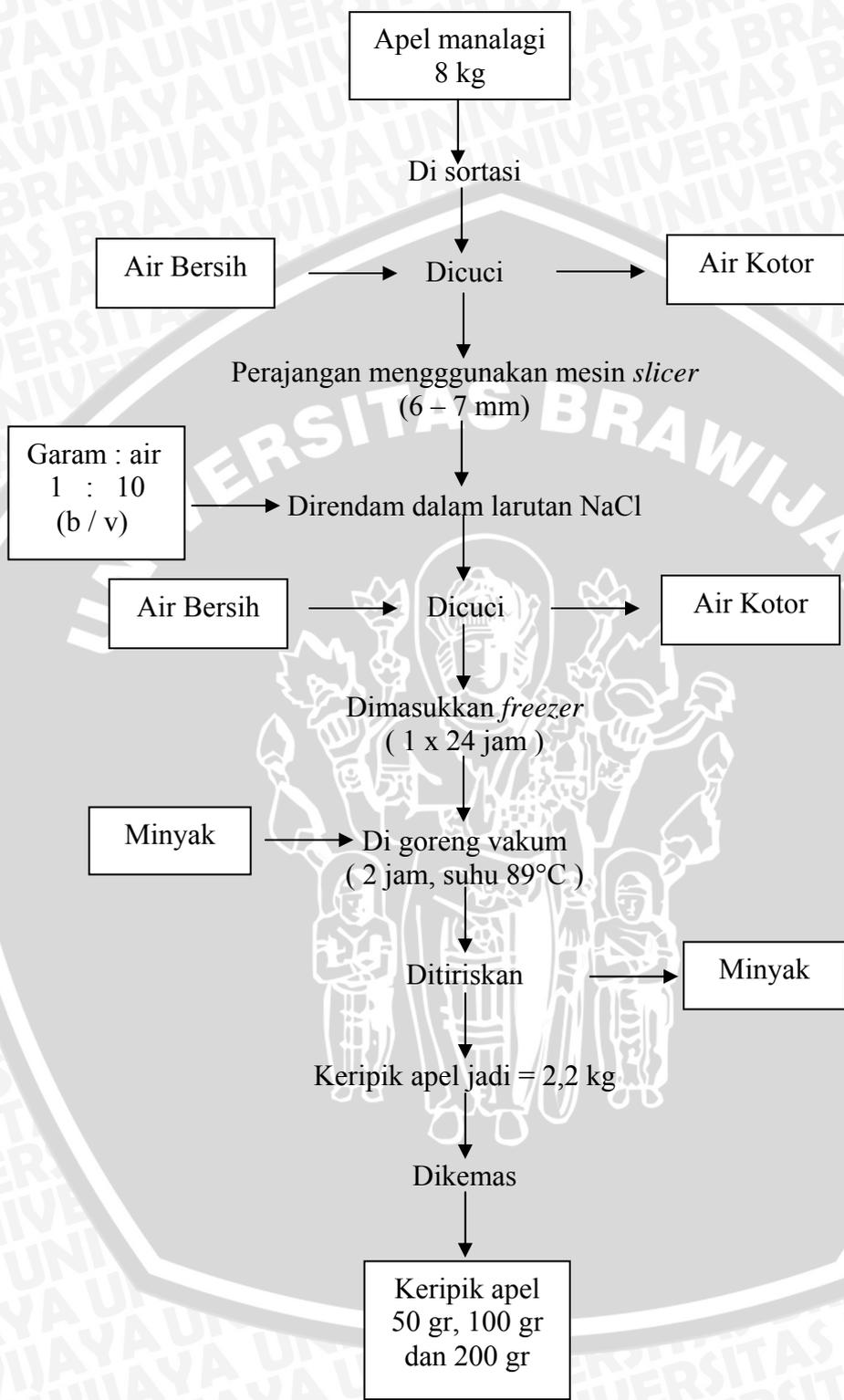
Penggorengan pada dasarnya bertujuan untuk mengurangi kadar air bahan sampai batas dimana perkembangan mikroorganisme dan aktivitas enzim

yang dapat menyebabkan pembusukan terhambat atau terhenti. Dengan demikian bahan yang dikeringkan dapat mempunyai waktu simpan yang lama. Dalam hal ini jenis pengering yang digunakan adalah penggoreng vakum.

Pengeringan hampa udara digunakan untuk mengeringkan bahan-bahan yang peka terhadap suhu tinggi seperti sari buah, susu, santan, dan bahan farmasi. Selain itu alat ini cocok untuk bahan yang tidak boleh kontak langsung dengan udara atau gas-gas yang menyebabkan terjadinya oksidasi. Pengeringan ini dipakai jika menginginkan terjadinya proses pengeringan bahan secara cepat dan suhu bahan dapat dipertahankan rendah. (Ranken and Kill, 1993).

Masih menurut Ranken and Kill (1993), pengeringan secara vakum merupakan pengeringan yang dapat menghasilkan produk kering dengan kualitas tinggi dari pada pengeringan dengan cara lain. Pengeringan dengan menggunakan vakum memiliki beberapa keunggulan yaitu dapat dilakukan pada suhu rendah dan kerusakan akibat panas dapat dikurangi, lebih jauh lagi, oksidasi selama pengeringan dapat dihindari.

Diagram alir pembuatan keripik apel dapat dilihat pada Gambar. 1 di bawah ini :



**Gambar 1. Diagram Alir Pembuatan Keripik Apel**  
 Sumber : CV. Bagus Agriseta Mandiri Batu



### 2.1.3. Kerenyahan

Kerenyahan merupakan faktor yang penting pada keripik karena pada umumnya keripik dibuat untuk dinikmati kerenyahannya. Menurut Sofyan (2004), selama penggorengan berjalan keseimbangan panas tercapai, akan terjadi penguapan air yang menyebabkan naiknya tekanan internal dalam bahan. Pada saat tekanan internal ini turun akan terjadi penyerapan minyak oleh bahan yang mengisi ruang-ruang kosong yang telah ditinggalkan oleh air.

Kerenyahan sangat berhubungan dengan kadar air, semakin rendah kadar air produk maka produk tersebut akan semakin renyah. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi suhu penggorengan vakum maka penguapan air dari bahan semakin besar. Ruang kosong yang ditinggalkan air hanya sebagian kecil yang akan diisi oleh minyak, berarti masih tersisa ruang kosong yang menyebabkan bahan lebih porous dan semakin renyah. Kerenyahan makanan goreng sangat dipengaruhi juga oleh tebal tipisnya irisan buah, karena semakin tebal irisan jarak tempuh air terhadap produk semakin jauh tetapi bila irisan buah tipis air dengan mudah dapat keluar. Menurut (Subekti, 1993), nilai kerenyahan dipengaruhi oleh sifat jaringan buah yang digunakan dan mutu produk setelah penggorengan, sehingga semakin porous produk yang dihasilkan maka dengan sendirinya produk akan semakin renyah.

### 2.1.4. Jenis Dan Karakteristik Kemasan

Pengertian umum dari kemasan adalah suatu benda yang digunakan untuk wadah atau tempat yang dikemas dan dapat memberikan perlindungan sesuai

dengan tujuannya. Adanya kemasan yang dapat membantu mencegah atau mengurangi kerusakan, melindungi bahan yang ada di dalamnya dari pencemaran serta gangguan fisik seperti gesekan, benturan dan getaran. Dari segi promosi kemasan berfungsi sebagai perangsang atau daya tarik pembeli. Bahan kemasan yang umum untuk pengemasan produk hasil pertanian untuk tujuan pengangkutan atau distribusi adalah kayu, serat goni, plastik, kertas dan gelombang karton (Nurminah, 2002).

Beberapa faktor yang penting diperhatikan dalam pengemasan bahan pangan adalah sifat bahan pangan tersebut, keadaan lingkungan dan sifat bahan pengemas. Sifat bahan pangan antara lain adalah adanya kecenderungan untuk mengeras dalam kadar air dan suhu yang berbeda-beda, daya tahan terhadap cahaya, oksigen dan mikroorganisme.

Kemasan yang digunakan untuk keripik apel adalah jenis kemasan alumunium foil. Alumunium foil digunakan sebagai pengemas dalam berbagai macam produk, karena mempunyai kombinasi bahan yang unik (Anonymous, 2004).

Alumunium foil digunakan secara ekstensif untuk melindungi dan menyimpan produk makanan dan minuman. Alumunium foil merupakan penghantar panas yang sangat baik, menghasilkan energi yang lebih efisien untuk digunakan dalam produk makanan yang disajikan panas dan dingin sekaligus. Alumunium sangat ringan, hal ini dapat mengurangi biaya transportasi dan berarti sangat cocok diaplikasikan sebagai bahan pengemas. Alumunium foil sangat banyak digunakan

oleh masyarakat karena mempunyai beberapa keuntungan yaitu : (Anonymous, 2004)

1. Mempunyai toleransi terhadap suhu yang cukup baik, misalnya dari beku kemudian dipanaskan dalam oven tanpa merubah rasa dari produk
2. Mempunyai kualitas yang baik untuk penggunaan sehari-hari.
3. Efisiensi produksi, mudah digunakan pada perusahaan makanan untuk menjaga ke-higienis-an produk makanan
4. Alumunium foil bersifat inert dan tidak merubah rasa produk
5. Sebagai bahan promosi, produk makanan atau minuman yang dikemas dalam alumunium foil menghasilkan penampilan yang lebih meyakinkan konsumen bahwa produk tersebut berkualitas.

#### **2.1.5. Penurunan Mutu Keripik Apel**

Pengolahan buah apel segar menjadi kripik apel sangat sederhana, karena pada dasarnya hanya merupakan proses penguapan air dan bagian buah yang dapat dimakan. Namun demikian setiap menjaga agar rasa dan aroma khas buah tidak berubah dan kripik menjadi renyah maka proses penguapan air harus dilakukan dengan cara menggoreng buah menggunakan penggorengan bertekanan rendah / vakum / hampa.

Mutu kripik apel yang dihasilkan dipengaruhi oleh 4 faktor utama yaitu: (Anonymous, 2007)



### 1. Buah segar

Selain keadaan buah segar dan tingkat kematangannya, keseragaman jenis buah akan sangat menentukan mutu kripik apel. Oleh sebab itu sebelum membeli buah untuk dijadikan kripik, harus dipastikan jenis buah dan tingkat kematangannya sama.

### 2. Proses Pengolahan

Urutan proses yang harus diperhatikan terutama pada waktu penggorengan dan pengemasan. Waktu menggoreng jangan sampai kurang atau melebihi batas waktu yang ditentukan. Kekurangan waktu akan mengakibatkan kripik menjadi lembek, tidak renyah karena kadar air buah terlalu tinggi sedangkan kelebihan waktu menyebabkan kripik menjadi keras dan gosong.

### 3. Minyak penggoreng

Minyak penggoreng yang menghasilkan warna yang baik adalah minyak kelapa. Selain itu minyak harus dilakukan penyaringan setiap satu minggu sekali.

### 4. Peralatan

Peralatan untuk proses yang paling menentukan mutu kripik antara lain *slicer* harus yang anti karat. Jenis dan ketebalan pengemas juga menentukan mutu dan panjangnya masa simpan kripik.

## 2.2. Umur Simpan Produk Pangan

Besarnya permintaan dari konsumen yang menginginkan produk pangan yang awet, murah, mudah disajikan dan aman menuntut produsen untuk membuat produk yang lebih awet dengan menawarkan produk yang diawetkan dalam



kemasan berbagai wadah. Produsen kemudian mencantumkan tulisan sebagai alat promosi akan keamanan dan kesegaran produknya dengan cara merubah tanggal produksi menjadi tanggal terakhir dimana produk masih layak diperdagangkan. Tanggal inilah yang selanjutnya lebih sering disebut sebagai masa kadaluwarsa dari produk pangan tersebut atau keterangan tentang tenggang waktu dimana produk masih dapat mempertahankan mutu yang sesuai dengan yang diharapkan konsumen (Arpah dkk, 2003).

Umur simpan adalah selang waktu sejak barang diproduksi hingga produk tersebut tidak layak diterima atau telah kehilangan sifat khususnya. Atau, umur simpan adalah waktu yang dibutuhkan oleh suatu produk pangan menjadi tidak layak dikonsumsi jika ditinjau dari segi keamanan, nutrisi, sifat fisik, dan organoleptik, setelah disimpan dalam kondisi yang direkomendasikan (Anonymous, 2006). Menurut Davis (2003), umur simpan suatu produk pangan merupakan waktu dimana produk diterima oleh konsumen, dimana faktor yang mempengaruhi penerimaan adalah sifat sensori, kimia dan mikrobiologis.

Faktor-faktor yang mempengaruhi umur simpan adalah : (Anonymous, 2006)

1. Jenis & karakteristik produk pangan
  - a. Produk yang mengalami pengolahan akan lebih tahan lama dibanding produk segar.
  - b. Produk yang mengandung lemak berpotensi mengalami *rancidity*, sedang produk yang mengandung protein & gula berpotensi mengalami reaksi *maillard* (warna coklat).

2. Jenis & karakteristik bahan kemasan
  - a. Permeabilitas bahan kemasan terhadap kondisi lingkungan ( uap air, cahaya, aroma, oksigen).
3. Kondisi lingkungan
  - a. Intensitas sinar (UV) menyebabkan terjadinya ketengikan dan degradasi warna
  - b. Oksigen menyebabkan terjadinya reaksi oksidasi

Penentuan batas kadaluwarsa dapat dilakukan dengan menggunakan metode-metode tertentu. Penentuan batas kadaluwarsa dilakukan untuk menentukan umur simpan (*shelf life*) produk. Pendugaan umur simpan didasarkan atas faktor-faktor yang mempengaruhi umur simpan produk pangan. Faktor-faktor tersebut misalnya adalah keadaan alamiah (sifat makanan), mekanisme berlangsungnya perubahan (misalnya kepekaan terhadap air dan oksigen), serta kemungkinan terjadinya perubahan kimia (internal dan eksternal). Faktor lain adalah ukuran kemasan (volume), kondisi atmosfer (terutama suhu dan kelembaban), serta daya tahan kemasan selama transit dan sebelum digunakan terhadap keluar masuknya air, gas dan bau (Astawan, 2005).

Menurut Syarief dan Halid (1993), produk pangan dikatakan telah kadaluwarsa jika telah melampaui masa simpan optimumnya dan pada umumnya produk pangan tersebut menurun mutu gizinya meskipun penampakkannya masih bagus. Dengan mengetahui umur simpan suatu produk, kita akan mengetahui *rejection point*, saat produk itu ditolak karena telah mencapai suatu tingkat

penurunan mutu. Dari *rejection point*, bisa ditentukan *expired date*-nya. Faktor-faktor yang mempengaruhi umur simpan makanan yang dikemas adalah sebagai berikut :

1. Keadaan alamiah atau sifat makanan dan mekanisme berlangsungnya perubahan, misalnya kepekaan terhadap air dan oksigen, dan kemungkinan terjadinya perubahan kimia internal dan fisik
2. Ukuran kemasan dalam hubungannya dengan volumenya
3. Kondisi atmosfer ( terutama suhu dan kelembaban ) dimana kemasan dapat bertahan selama transit dan sebelum digunakan
4. Ketahanan keseluruhan dari kemasan terhadap keluar masuknya air, gas dan bau, termasuk perekatan, penutupan dan bagian-bagian yang terlipat.

Beberapa Negara maju telah menetapkan tanggal minimum dimana produk tersebut mulai rusak. *The best before* merupakan tanggal yang menunjukkan jangka waktu minimum dari produk di produksi sampai produk sudah tidak dapat diterima lagi secara fisik dan kualitasnya. Sedangkan *Use by* merupakan tanggal yang menunjukkan jangka waktu minimum produk yang diproduksi sampai mengalami kerusakan mikrobiologis yang berbahaya bagi kesehatan (Ellis, 1994).

Seiring dengan perkembangan zaman, beberapa tipe *open dating system* yang berbeda diusulkan agar konsumen dapat mengetahui informasi mengenai umur simpan produk. Beberapa tipe kode yang dapat digunakan adalah : (Astawan, 2005)

1. *Pack date* : menunjukkan tanggal dari produk diproses dan dikemas tetapi tipe ini tidak mencantumkan informasi spesifik tentang mutu produk jika dibeli atau berapa lama akan mempertahankan mutunya setelah dibeli.
2. *Display date* : waktu pada saat produk ditempatkan pada pajangan oleh *retailer*.
3. *Sell by date* : waktu terakhir pada saat produk seharusnya dijual dengan tujuan untuk memberikan waktu yang cukup kepada konsumen untuk memakainya.
4. *Best Before* : waktu terakhir dari mutu tertinggi yang maksimum.
5. *Expiration date* : waktu setelah produk tidak lagi pada tingkat mutu yang dapat diterima.

### 2.3. Metode Pendugaan Umur Simpan Produk Pangan

Pendugaan umur simpan biasa dilakukan sebelum *launching* produk baru (*development*) atau pada saat reformulasi (*improvement*). Pendugaan umur simpan dapat dilakukan dengan menggunakan 5 pendekatan, yaitu : (Anonymous, 2006)

1. *Literature value*, umur simpan suatu produk mengacu pada umur simpan produk sejenis yang telah diketahui sebelumnya. Tetapi, pendekatan ini belum tentu akurat. Walaupun produknya sejenis, bisa jadi kemasan atau proses pengolahannya berbeda.
2. *Distribution Turn Over*, umur simpan produk mengacu pada waktu distribusi sebagai perkiraan. Data yang dibutuhkan adalah data umur

simpan produk sejenis, jalur distribusi, lama distribusi, lama penyimpanan di tingkat konsumen.

3. *Distribution Abuse Test*, pendekatan ini digunakan jika produk sudah beredar di pasaran. Produk di pasaran dikumpulkan, kemudian disimpan di laboratorium pada kondisi yang mirip dengan kondisi penyimpanan di konsumen hingga diketahui umur simpannya.
4. *Consumer complaints*, keluhan dari konsumen digunakan sebagai pertimbangan untuk menentukan umur simpan produk.
5. *Accelerated Shelf Life Test (ASLT)*, pendekatan ini paling banyak digunakan oleh industri pangan karena dapat memberikan gambaran tentang kerusakan produk secara cepat. ASLT menggunakan suhu akselerasi untuk mempercepat kerusakan produk. Suhu akselerasi yang digunakan dalam ASLT disajikan dalam Tabel 1.

**Tabel 1. Suhu penyimpanan ASLT**

Jenis Produk	Suhu Penyimpanan (°C)	Suhu Control (°C)
Makanan dalam kaleng	25, 30, 35, 40	4
Produk kering	25, 30, 35, 40, 45	18
Produk dingin	5, 10, 15, 20	0
Produk beku	-5, -10, -15	< -40

Sumber : Anonymous, 2006

Hal pertama yang dilakukan pada saat menduga umur simpan produk pangan adalah memilih salah satu dari reaksi degradasi yang diharapkan terjadi pada produk yang disimpan pada suhu penyimpanan tertentu, dapat diukur, dan dapat digunakan sebagai indeks penurunan mutu, antara lain adalah oksidasi lemak, kehilangan vitamin, peningkatan atau penurunan *moisture*, dan sebagainya,

yang berarti semakin akurat analisa, maka semakin cepat perkiraan umur simpan (Sewald and DeVries, 2005).

Di bawah ini beberapa petunjuk untuk penyimpanan yang menyertakan tingkat degradasi lemak: (Sewald and DeVries, 2005)

1. Produk dengan lemak kurang dari 2,5% : Tidak dibenarkan untuk menggunakan nilai peroksida dan kadar FFA, sebagaimana proses ekstraksi lemak yang diperlukan untuk memperoleh cukup lemak. Pengujian yang terbaik pada produk ini adalah menggunakan heksana.
2. Produk dengan lemak antara 2,5% - 10% : Menggunakan Sokhlet yang diikuti dengan titrasi dasar.
3. Produk dengan lemak di atas 10% : Pengujian menggunakan FFA dan heksana akan mempunyai hasil akhir terbaik jika metode yang digunakan untuk mengukur pembusukan produk sudah sesuai.

#### **2.4. Metode Pengujian Umur Simpan Terakselerasi (*Accelerated Shelf Life Testing*)**

Metode pendugaan umur simpan dengan metode akselerasi merupakan metode pendugaan umur simpan dengan cara mempercepat kerusakan bahan pangan dengan mengubah kondisi penyimpanan dari kondisi normal. Kondisi penyimpanan yang umum diubah adalah suhu. Semakin tinggi suhu penyimpanan maka semakin pendek jangka waktu kadaluwarsanya (Syarief dan Halid, 1993).

*Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) merupakan metode yang dapat digunakan untuk menduga umur simpan dan kecepatan reaksi dengan pendekatan Arrhenius pada beberapa range suhu. Pendugaan ini didasarkan pada prinsip fundamental dari model penurunan mutu makanan selama penyimpanan. Menurut Robertson (1993), ASLT merupakan metode yang dapat digunakan untuk menduga umur simpan dalam kondisi lingkungan yang dipercepat salah satu faktornya sehingga kerusakan produk terjadi lebih cepat dari kondisi normal.

Metode akselerasi merupakan cara menaikkan beberapa suhu untuk mempercepat proses umur penyimpanan. Penyimpanan pada suhu 30°C-33°C dapat mempercepat kenaikan proses 2-3 kali lipat terutama pada perubahan bau. Penyimpanan pada suhu 35°C-40°C dapat menyebabkan kenaikan kecepatan sampai 4 kali lipat pada pemisahan minyak atau air dan memudahkan penghancuran timah pada proses membuka kaleng. Penyimpanan pada suhu 55°C selama 4-6 minggu dapat memunculkan ketidakstabilan pada produk pickel dan saus (Man and Jones, 2000).

Setiap perubahan mutu produk pangan dapat diketahui melalui pengujian fisik, kimia dan organoleptik. Berdasarkan asumsi ini, metode akselerasi dapat dilakukan dengan mengubah kondisi penyimpanan dari kondisi normal. Selanjutnya penurunan mutu dapat diketahui melalui tingkat penerimaan panelis terhadap atribut mutu yang diujikan. Analisa kimia juga harus dilakukan secara bersamaan sehingga dapat menghasilkan data yang lebih akurat (Man and Jones, 2000).

Prosedur dalam penerapan ASLT menurut Toukis *et al* (2003) adalah sebagai berikut :

1. Mengevaluasi keamanan secara mikrobiologis dari produk dan proses produksi.
2. Memilih reaksi yang secara signifikan berpengaruh terhadap umur simpan. Untuk memenuhi tahapan ini dapat dilakukan dengan studi literatur, pengetahuan tentang sistem dan pengalaman-pengalamam sebelumnya.
3. Memilih kemasan untuk digunakan dalam uji umur simpan.
4. menentukan suhu penyimpanan untuk pengujian.
5. Mengumpulkan informasi seperti nilai  $Q_{10}$  dari suhu terkontrol, bila tidak ada maka test dilakukan minimal pada tiga range suhu yang berbeda.
6. Frekuensi pengujian berbeda disetiap suhu yang dipilih.
7. Plot data yang dihasilkan untuk menetapkan orde reaksi.
8. Dari setiap kondisi penyimpanan, orde reaksi dan laju reaksi ditetapkan, dengan pendekatan Arrhenius, umur simpan diprediksi.

Menurut Robertson (1993), masalah-masalah yang mungkin muncul dalam penggunaan ASLT adalah :

1. *Error* dalam evaluasi analitik dan sensori. Pada umumnya pengukuran harus dilaksanakan dengan variabilitas kurang dari 10% untuk minimalisasi *error*.

2. Peningkatan suhu memungkinkan terjadinya perubahan fase, sehingga mempercepat reaksi tertentu dengan hasil umur simpan pada suhu rendah lebih pendek dari pada yang diprediksi.
3. Karbohidrat dalam bentuk amorf dapat mengkristal pada suhu tinggi sehingga hasil lebih pendek dari pada umur simpan pada suhu penyimpanan sebenarnya.
4. Sampel kontrol beku dapat terkonsentrat dalam cairan yang tidak beku sehingga menyebabkan *error prediction*.
5. Jika dua reaksi dengan nilai  $Q_{10}$  berbeda, reaksi yang memiliki  $Q_{10}$  lebih tinggi akan mendominasi pada suhu yang lebih tinggi dan pada suhu penyimpanan normal reaksi yang memiliki nilai  $Q_{10}$  kecil yang akan mendominasi dan hal ini akan mengacaukan prediksi umur simpan.
6. Kelarutan gas terutama oksigen dalam lemak atau air, menurun hampir 25% untuk setiap kenaikan  $10^{\circ}\text{C}$ . Hal ini menyebabkan reaksi oksidatif seperti penurunan vitamin C, dan asam linoleat kecepataannya akan menurun jika ketersediaan oksigen menurun. Jika suhu tinggi, kecepatan menurun maka akan menghasilkan *under prediction* dari umur simpan sebenarnya pada kondisi penyimpanan normal.
7. Jika produk disimpan dalam kemasan yang impermeabel, penyimpanan dalam suhu tinggi dengan kelembaban kecil akan meningkatkan penurunan kadar air dan ini akan menurunkan laju penurunan mutu sehingga *under prediction*.

8. Jika digunakan suhu tinggi, protein akan terdenaturasi dan menyebabkan reaksi samping naik atau turun sehingga menyebabkan *under* atau *over prediction*.

## 2.5. Model Arrhenius

Persamaan Arrhenius merupakan persamaan yang sederhana, tetapi sangat akurat, rumusan untuk penurunan suhu dari rata-rata reaksi kimia, lebih tepatnya koefisien rata-rata, sebagaimana koefisien ini meliputi keseluruhan koefisien yang mempengaruhi reaksi kimia, kecuali konsentrasi. Pada tahun 1889 ahli kimia swedia Svante Arrhenius menyajikan suatu pertimbangan fisik dan penafsiran untuk itu. Sekarang ini persamaan tersebut merupakan persamaan terbaik yang menyatakan hubungan empiris. Singkatnya, persamaan Arrhenius adalah suatu persamaan yang menunjukkan hubungan antara konstanta rata-rata  $k$  dari reaksi kimia dalam suhu absolut  $T$  ( $^{\circ}\text{K}$ ), dan besarnya energi aktivasi  $E_a$ , seperti yang telah dijelaskan diatas. Persamaan tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut: (Laidler, 1997)

$$k = A e^{-E_a/RT}$$

di mana:  $A$  = faktor pre – eksponensial atau pre – factor

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

Arrhenius yang berpendapat bahwa pada saat reaktan dipindahkan ke dalam produk, pertama diperlukan untuk memperoleh suatu jumlah energi minimum, yang disebut dengan energi aktivasi  $E_a$ . Pada suatu temperatur mutlak  $T$ , fraksi mol yang mempunyai energi kinetik lebih besar dari  $E_a$  dapat dihitung

menggunakan Maxwell-Boltzmann Distribusi mekanika statistik, yang ternyata hasilnya sebanding dengan  $e^{-E_a/RT}$ . Konsep energi aktivasi menjelaskan hubungan eksponensial alami, dan semua itu menjelaskan teori energi kinetik.

Pada metode ASLT, didalam menduga kecepatan penurunan mutu pangan selama penyimpanan, faktor suhu selalu diperhitungkan dan paling sering digunakan, karena kenaikan suhu berpengaruh terhadap kecepatan reaksi kerusakan pada bahan pangan (Robertson, 1993). Hubungan yang digunakan untuk menyatakan pengaruh suhu terhadap reaksi kerusakan adalah model linier,  $Q_{10}$ , dan Arrhenius (Robertson, 1993):

#### 1. Model Linier

Laju penurunan mutu pada model linier ditetapkan dengan mengplotkan *D-value* (waktu yang dibutuhkan pada suhu tertentu untuk membunuh 90% populasi mikroba) dengan suhu membentuk skala linier.

#### 2. Model $Q_{10}$

Model ini menyatakan seberapa besar kecepatan reaksi pada suhu  $T_2$  dibandingkan pada suhu yang lebih rendah ( $T_1$ ). Jika  $Q$  mewakili perubahan kecepatan reaksi setiap kenaikan  $10^\circ\text{C}$ , maka disebut  $Q_{10}$ .

Faktor  $Q_{10}$  didefinisikan sebagai:

$$Q_{10} = \frac{\text{kecepatan reaksi pada } T + 10}{\text{Kecepatan reaksi pada } T} = \frac{\text{umur simpan pada } T}{\text{umur simpan } T + 10}$$

### 3. Model Arrhenius

Model ini memperhitungkan perubahan energi aktivasi, karena diasumsikan selama terjadi perubahan suhu, energi aktivasi yang merupakan suatu ukuran seberapa cepat reaksi terjadi juga akan berubah. Energi aktivasi yang kecil menyatakan semakin cepat menurunkan mutu produk, demikian juga sebaliknya semakin besar energi aktivasi reaksi penurunan mutunya semakin lambat. Model Arrhenius ini dianggap paling valid dan cocok digunakan terutama untuk suhu penyimpanan yang tinggi dan memperhitungkan perubahan energi aktivasi selama penyimpanan.

Setelah semua asumsi (hanya suhu yang berpengaruh, 1 parameter kunci terpilih atau terpenuhi), penentuan waktu kadaluwasa produk pangan dilakukan dengan model Arrhenius. Hubungan yang paling umum untuk pengaruh suhu pada laju kerusakan mutu makanan adalah Model Arrhenius. Persamaan untuk model ini adalah :

$$k = k_0 \cdot e^{-E_a/RT} \dots\dots\dots(1)$$

$$\ln k = \ln k_0 - E_A / RT \dots\dots\dots(2)$$

$$\ln k = \ln k_0 [ (E_a/RT) \cdot (1/T) ] \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :  $k_0$  = Konstanta, tidak tergantung suhu ( disebut faktor Arrhenius )

$k$  = Konstanta kecepatan reaksi kerusakan

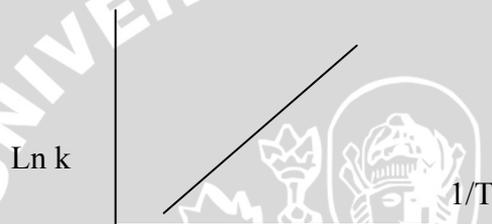
$E_A$  = Energi aktivasi ( J/k.mol)

$R$  = Konstanta gas ideal ( 1,986 kal/K.mol)

$T$  = Suhu absolut (K)



Persamaan diatas diasumsikan bahwa energi aktivasi dan faktor Arrhenius tidak berubah terhadap suhu. Asumsi ini secara umum benar tetapi prediksi yang didasarkan pada metode ini terkadang salah saat di aplikasikan pada kisaran suhu melebihi 40°C. Oleh karena itu, jika mekanisme reaksi berubah dengan suhu, energi aktivasi kemungkinan berubah. Plot umur simpan dengan metode Arrhenius dapat digambarkan sebagai berikut :



**Gambar 2. Plot Umur Simpan Menggunakan Model Arrhenius**

Menurut Syarief dan Halid (1993), semakin sederhana model yang digunakan untuk menduga umur simpan, maka semakin banyak asumsi yang dipakai. Asumsi-asumsi tersebut adalah :

1. Perubahan faktor mutu hanya ditentukan oleh 1 macam reaksi saja.
2. Tidak terjadi faktor lain yang mengakibatkan penurunan mutu.
3. Proses perubahan mutu dianggap bukan merupakan akibat dari proses-proses yang terjadi sebelumnya.
4. Suhu selama penyimpanan tetap atau dianggap tetap.

Masih menurut Syarief dan Halid (1993), untuk menganalisa penurunan mutu diperlukan beberapa pengamatan, yaitu harus ada parameter yang dapat diukur secara kuantitatif dan parameter tersebut dapat berupa hasil pengukuran kimiawi, organoleptik atau mikrobiologis seperti daya serap oksigen, kadar

peroksida, intensitas warna, TBA, kadar vitamin C, uji citarasa, tekstur dan sebagainya. Selain itu diperlukan pola perubahan faktor mutu yang diamati tersebut dalam kondisi penyimpanan tertentu.

Dalam penentuan kadaluwarsa atau pendugaan umur simpan, harus ditentukan dahulu parameter yang digunakan sebagai dasar memperkirakan umur simpan tersebut diantara parameter-parameter lainnya. Parameter yang digunakan adalah parameter yang paling mempengaruhi kemunduran mutu produk pangan selama penyimpanan dalam berbagai variasi suhu. Parameter tersebut mempunyai harga energi aktivasi terendah, karena semakin rendah nilai energi aktivasinya, suatu reaksi akan berjalan lebih cepat (Keusch, 2003).

Energi aktivasi adalah energi yang diperlukan oleh faktor A untuk mendegradasi produk atau energi aktivasi ( $E = E_a$ ) adalah energi yang diperlukan untuk mengaktivasi proses kerusakan. Harga energi aktivasi mempunyai dua arti, berharga rendah berarti reaksi berjalan cepat dan jika harganya tinggi maka reaksi akan berjalan lambat. Energi aktivasi umumnya diturunkan dari slope dari plot  $\ln k$  dan suhu absolut ( $1/T$ ) dan tergantung pada faktor seperti  $A_w$ , kadar air, konsentrasi padatan dan pH (Robertson, 1993).

**Tabel 2. Penggolongan Jenis-jenis Reaksi Berdasarkan Besarnya Energi Aktivasi**

Golongan	Jenis Reaksi
Energi aktivasi rendah (2 – 15 kkal/mol)	a. Reaksi-reaksi enzimatik b. Kerusakan pigmen karotenoid c. Kerusakan pigmen klorofil d. Kerusakan oksidasi lemak



**Lanjutan Tabel 2. Penggolongan Jenis-Jenis Reaksi Berdasarkan Besarnya Energi Aktivasi**

Golongan	Jenis Reaksi
Energi aktivasi sedang (15 – 30 kkal/mol)	a. Kerusakan vitamin b. Kerusakan pigmen-pigmen larut air c. Reaksi Maillard
Energi reaksi tinggi (50 – 100 kkal/mol)	a. Inaktivasi enzim b. Inaktivasi mikroba dan spora

Sumber: Robertson, 1993

## 2.6. Kinetika Reaksi Dasar untuk Pendugaan Penurunan Mutu

Kinetika kimia meliputi laju dan mekanisme suatu bahan kimia diubah menjadi bentuk lain. Laju reaksi kimia ditunjukkan oleh massa produk yang dihasilkan atau reaktan yang digunakan tiap satuan waktu. Pada umumnya, laju reaksi dapat ditunjukkan dengan mengamati konsentrasi reaktan dan hasil reaksi (Man and Jones, 2000).

Pendugaan umur simpan produk pangan didasarkan pada aplikasi pengaruh suhu terhadap kinetika reaksi kimia. Reaksi ini tergantung pada komposisi produk seperti halnya faktor lingkungan, yaitu suhu, kelembaban, konsentrasi gas-gas di udara, dan sebagainya (Sewald and DeVries, 2005)

Kinetika kehilangan mutu dapat dinyatakan dengan persamaan umum sebagai berikut: (Toukis and Labuza, 1996)

1. Penurunan faktor mutu yang diinginkan:

$$\frac{-dA}{dt} = k A^n$$

2. Penurunan faktor mutu yang tidak diinginkan:

$$\frac{+dB}{dt} = k B^n$$

dimana:  $dA/dt$  dan  $dB/dt$  = perubahan jumlah A dan B terhadap waktu  
 A dan B = faktor mutu yang diukur pada waktu tertentu  
 k = konstanta laju reaksi (satuan unit mutu atau waktu)  
 n = orde reaksi (0 dan 1)

Menurut Man and Jones (2000), penurunan mutu yang umum terjadi pada bahan pangan digolongkan berdasarkan orde reaksi sebagai berikut:

1. Reaksi orde nol

Pada reaksi orde nol laju penurunan mutu produk konstan dan bila diplotkan akan berbentuk garis linier, yang artinya penurunan mutu konstan selama periode penyimpanan.

2. Reaksi orde satu

Pada reaksi orde satu penurunan mutu produk mengalami penurunan secara eksponensial terhadap lama penyimpanan dan laju penurunannya tidak membentuk garis linier.

Pada reaksi orde nol, laju perubahan A ke B dinyatakan sebagai:  $\frac{-dA}{dt} = k$

dengan mengintegrasikan kedua ruas diatas diperoleh: (Robertson, 1993)

$$A = A_0 - kt \text{ atau } A_e = k \cdot t$$

dimana:  $A_0$  = nilai mutu  
 $A$  = nilai mutu awal yang tersisa setelah waktu t  
 $A_e$  = nilai A pada akhir umur simpan  $t_s$  (dapat 0 atau harga lain yang ditetapkan).  
 t = umur simpan dalam hari, bulan, dan tahun



Masih menurut Robertson (1993), jika pada reaksi orde 0, persentase kehilangan umur simpan per hari bersifat konstan pada suhu tetap, maka pada reaksi orde 1, penurunan mutu terjadi secara eksponensial. Pada reaksi orde 1 laju perubahan A menjadi B dinyatakan sebagai:

$$\frac{-dA}{dt} = k f A$$

dengan integrasi diperoleh:

$$\ln A = \ln A_0 - kf \text{ atau } \ln A_e = \ln A_0 - kf \cdot t_s$$

dimana: A = nilai mutu yang tersisa setelah waktu t

A<sub>e</sub> = nilai mutu pada akhir umur simpan t<sub>s</sub>

kf = konstanta leju reaksi orde 1

Menurut Robertson (1993), yang tergolong dalam orde reaksi nol adalah:

1. Degradasi enzimatis, misalnya pada buah dan sayuran segar, beberapa bahan pangan beku, dan beberapa adonan yang didinginkan.
2. *Browning non-enzimatis*, misalnya: pada biji-bijian kering, produk-produk susu kering, dan penurunan nilai gizi protein.
3. Oksidasi lemak, misalnya: makanan kering dan pangan beku

Dan yang termasuk dalam orde reaksi 1 adalah:

1. Ketengikan, misalnya: pada minyak sayur dan sayuran kering.
2. Penumbuhan mikroorganisme pada ikan dan daging serta kematian mikroorganisme akibat perlakuan panas.
3. Produksi *off-flavour* oleh mikroba
4. Kerusakan vitamin dalam makanan kaleng dan makanan ringan.

### III METODE PENELITIAN

#### 3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Bioindustri dan Pengolahan Limbah, Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Laboratorium Fisikokimia Peternakan, Program Studi Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan dan Laboratorium Sentral Ilmu dan Teknologi Pangan Universitas Brawijaya Malang pada bulan Desember 2007 – Januari 2008.

#### 3.2. Alat dan Bahan

##### 3.2.1. Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini, yaitu: 3 buah inkubator dengan suhu masing-masing yaitu 35°C, 40°C dan 45°C, sedangkan alat untuk analisa yaitu: timbangan analitik, tabung kondensor, desikator, oven, cawan petri dan erlenmeyer.

##### 3.2.2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu: produk keripik apel ukuran 50 gr dari CV. Bagus Agriseta Mandiri Batu, sedangkan bahan untuk analisa, yaitu: alkohol netral yang panas 50 ml, 2 ml indikator phenolphthalein (pp), dan larutan NaOH 0,1 N.

### 3.3. Metode Penelitian

Penelitian untuk menduga umur simpan produk keripik apel dilakukan dengan menggunakan metode ASLT. Metode ASLT merupakan metode pendugaan umur simpan dengan penerapan kondisi lingkungan yang memungkinkan reaksi penurunan mutu produk berlangsung lebih cepat dibanding jika disimpan pada kondisi penyimpanan normal. Dalam metode ASLT, suhu merupakan parameter kunci penentu kerusakan karena semakin meningkatnya suhu maka reaksi kerusakan akan semakin cepat (Robertson, 1993). Suhu yang digunakan pada penelitian ini adalah suhu 35°C, 40°C dan 45°C, yang sesuai dengan rekomendasi kondisi penyimpanan dengan metode ASLT pada produk kering yang dipasarkan pada suhu ruang (Astawan, 2005).

Pada penelitian ini untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap reaksi kerusakan, perlu ditentukan terlebih dahulu parameter utama penurunan mutu produk keripik apel. Parameter utama yang digunakan adalah parameter yang dianggap paling mempengaruhi penurunan mutu produk, yaitu kadar air dan kadar FFA. Nilai ke-2 parameter ini setelah diolah nantinya akan diplotkan pada model Arrhenius sehingga diperoleh nilai masing-masing energi aktivasinya ( $E_a$ ) kemudian dipilih parameter dengan energi aktivasi terkecil, karena semakin kecil energi aktivasinya maka produk akan semakin cepat mengalami kerusakan, selanjutnya perhitungan umur simpan dihitung dengan kinetika reaksi berdasarkan orde reaksi.

### 3.4. Asumsi Penelitian

Penelitian pendugaan umur simpan keripik apel dengan menggunakan metode ASLT dilaksanakan melalui langkah-langkah berikut:

1. Tidak terjadi faktor lain yang melibatkan penurunan mutu selain suhu, seperti kelembaban relatif (RH) atau konsentrasi gas-gas di udara.
2. Proses perubahan mutu dianggap dapat disebabkan oleh proses-proses yang terjadi sebelumnya, dan dapat juga disebabkan karena proses perlakuan selama penelitian.
3. Suhu selama penyimpanan dianggap tetap.

### 3.5. Pelaksanaan Penelitian

Penelitian pendugaan umur simpan keripik apel dengan menggunakan metode ASLT dilaksanakan melalui langkah-langkah berikut:

1. Analisa karakteristik mutu awal keripik apel

Analisa awal keripik apel ini bertujuan sebagai standardisasi awal produk keripik apel dan digunakan sebagai nilai  $A_0$ . Analisa awal yang dilakukan adalah analisa kadar air dan kadar FFA. Pada analisa awal ini juga dilakukan pengujian warna, dan kandungan vitamin serta kadar lemak yang nantinya digunakan sebagai data pendukung, sekaligus merupakan karakteristik mutu produk keripik apel. Selain itu juga dilakukan uji organoleptik terhadap kerenyahan, aroma dan rasa dengan melibatkan 12 panelis agak terlatih dengan menggunakan metode *line scale*.

Metode *line scale* adalah metode pengujian panelis dengan menggunakan skala horizontal. Dalam pengujian ini, panelis diminta menyatakan besaran dengan menempatkannya pada suatu lokasi garis skalar. Data penilaian uji skalar dapat juga dinyatakan dengan angka yang dapat dianalisis statistik (Soekarto, 1985). Rentang yang digunakan pada metode ini adalah bernilai 1-15, apabila panelis memberikan angka 1-5, maka keripik apel dinyatakan mempunyai kriteria sangat tidak diterima sehingga produk ditolak, apabila panelis memberikan angka antara 6-10 maka keripik apel dinyatakan mempunyai kriteria netral sehingga produk dapat diterima, sedangkan apabila panelis memberikan angka antara 11-15 maka keripik apel dinyatakan mempunyai kriteria sangat diterima.

2. Kemasan yang digunakan adalah aluminium foil dengan ketebalan  $20\mu$  -  $30\mu$ . Minyak goreng yang digunakan adalah minyak goreng curah, dilakukan penambahan setelah tiga kali pakai dan penyaringan setiap satu minggu sekali.
3. Penentuan nilai karakteristik mutu akhir keripik apel  
Penentuan nilai mutu akhir dilakukan dengan penyimpanan pada kondisi kritis (pada suhu yang paling mempercepat kerusakan keripik apel), yaitu pada suhu  $45^{\circ}\text{C}$  ( $318^{\circ}\text{K}$ ).
4. Pendugaan umur simpan keripik apel
  - Pendugaan penurunan mutu keripik apel  
Keripik apel disimpan pada kondisi suhu penyimpanan  $35^{\circ}\text{C}$ ,  $40^{\circ}\text{C}$ , dan  $45^{\circ}\text{C}$ . Pengujian kimia (nilai kadar air dan kadar FFA) dilakukan

setiap tujuh hari sekali sampai hari ke-42 (penelitian dilakukan dengan 3 kali ulangan). Sehingga diperoleh data berupa perubahan nilai kadar air dan kadar FFA pada 3 suhu pengamatan.

- Data dari analisa perubahan kadar air dan kadar FFA diplotkan ke dalam grafik dengan menggunakan program *Microsoft Office Excel* sehingga diperoleh persamaan regresi linier. Setelah data dimasukkan maka dapat dibuat grafik perubahan kadar air dan kadar FFA. Pada grafik perubahan kadar air, sumbu x adalah waktu pengamatan (hari) dan sumbu y adalah nilai kadar air. Sehingga akan diperoleh 6 grafik perubahan nilai kadar air dan kadar FFA pada 3 kondisi suhu penyimpanan.

Dari keenam grafik yang dibuat dapat diperoleh masing-masing persamaan regresi linier. Persamaan regresi linier yang diperoleh adalah  $Y = a + bx$ , dimana  $Y$  = nilai karakteristik keripik apel,  $x$  = waktu penyimpanan (hari),  $a$  = nilai karakteristik keripik apel pada awal penyimpanan, dan  $b$  = laju perubahan nilai karakteristik keripik apel. Nilai  $Y = a + bx$  yang diperoleh dari grafik akan digunakan dalam perhitungan selanjutnya.

- Nilai slope ( $b$ ) yang diperoleh merupakan konstanta laju reaksi perubahan karakteristik keripik apel atau laju penurunan mutu ( $k$ ).

- Untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap laju penurunan kadar air dan FFA maka dibuat persamaan regresi antara  $\ln k$  dengan  $1/T$  sehingga diperoleh:  $\ln k = \ln k_0 - (E/R)(1/T)$

dimana:  $\ln k_0 =$  intersep

$E/R =$  slope

$E =$  energi aktivasi

$R =$  konstanta gas ideal = 1,986 kal/mol K

Nilai  $k$  adalah nilai  $b$  yang diperoleh dari persamaan regresi linier.

Kemudian ditentukan nilai dari  $\ln k$ .  $T$  adalah suhu penyimpanan yang digunakan (dalam satuan Kelvin). Suhu penyimpanan yang digunakan

adalah 308°K, 313°K, dan 318°K. Dari regresi linier antara nilai  $1/T$

dan  $\ln k$  akan diperoleh persamaan regresi linier, grafik plot Arrhenius

perubahan kadar air, dan grafik plot Arrhenius perubahan kadar FFA.

Dari gambar grafik dapat diperoleh persamaan  $Y = bx - a$ . Nilai yang

diperoleh dari grafik plot Arrhenius adalah  $Y = a \pm bx$ .

Sehingga,  $Y = a \pm bx$ , nilainya sama dengan:  $\ln k = \ln k_0 - (E/R)(1/T)$

dimana : Nilai  $\ln k =$  nilai  $Y$  pada persamaan regresi linier

Nilai  $\ln k_0 =$  nilai  $a$  pada persamaan regresi linier

Nilai  $E/R =$  nilai  $b$  pada persamaan regresi linier

Nilai  $1/T =$  nilai  $x$  pada persamaan regresi linier

- Parameter yang digunakan untuk menduga umur simpan keripik apel adalah parameter yang paling mempengaruhi kemunduran keripik apel, dimana parameter tersebut mempunyai harga energi aktivasi terendah.

Energi aktivasi (E) ditentukan dari persamaan linier yang diperoleh, yaitu:

$$E / R = b, \text{ dengan } R = 1,986 \text{ kal/ mol K}$$

$$E = b \times R, \text{ nilai } b \text{ adalah nilai } b \text{ pada persamaan linier}$$

- Setelah 1 parameter kunci penurunan mutu keripik apel ditentukan, maka umur simpan keripik apel dihitung dengan menggunakan persamaan kinetika reaksi berdasar orde reaksi, yaitu:

$$A_t = A_o - k \cdot t$$

dimana:  $A_o$  = nilai karakteristik mutu awal sebelum penyimpanan

$A_t$  = nilai karakteristik mutu akhir pada akhir penyimpanan

$k$  = konstanta kecepatan orde reaksi

$t$  = umur simpan keripik apel

Nilai  $k$  diperoleh dari persamaan  $\ln k = \ln k_o - (E/R) (1/T)$ . Sehingga umur simpan keripik apel dapat ditentukan dengan persamaan:

$$t = (A_o - A_t) / k$$

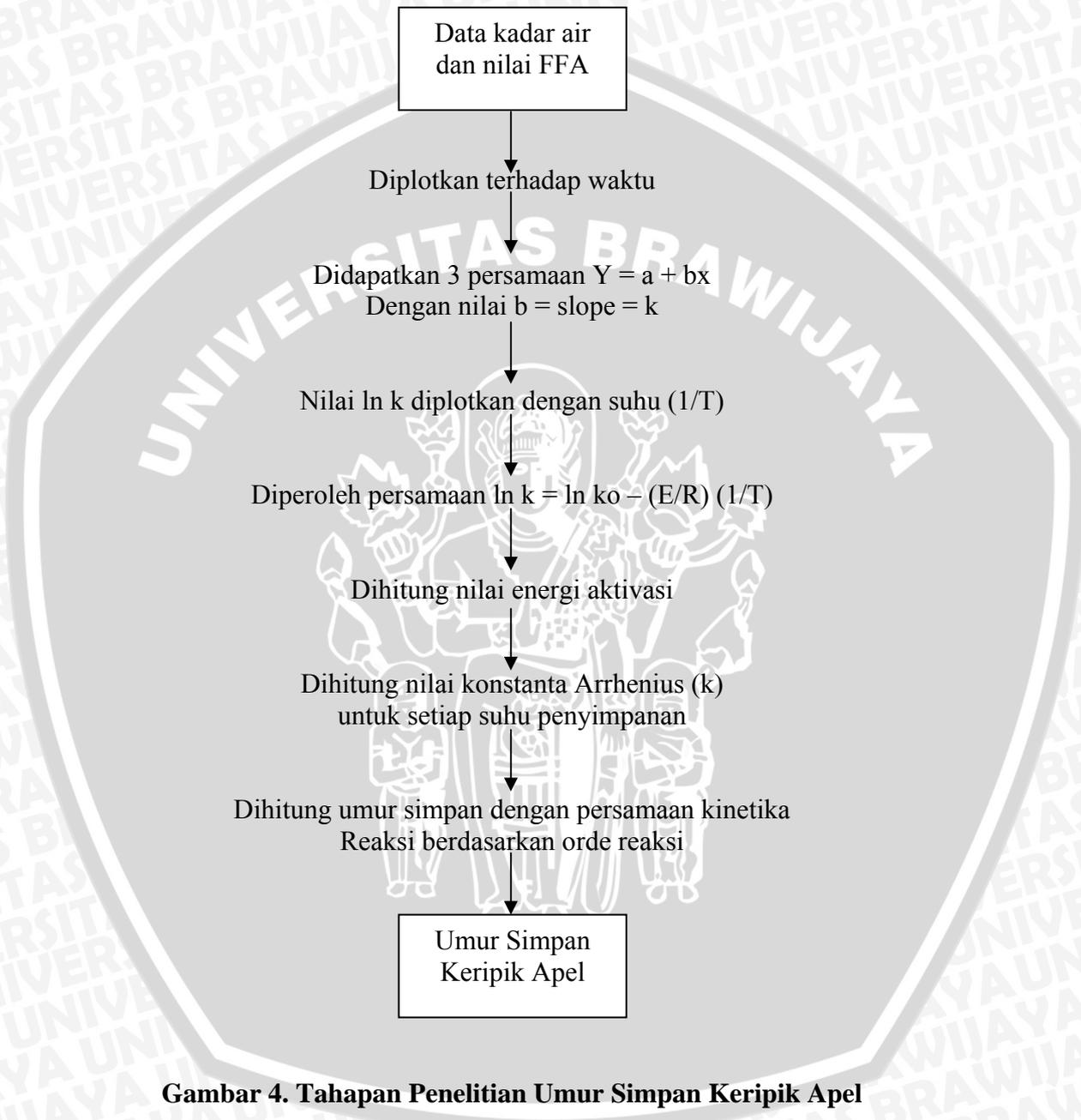
Dari tahapan-tahapan pendugaan umur simpan dengan metode ASLT di atas maka dapat diduga umur simpan keripik apel dalam satuan hari.

Untuk lebih jelasnya, alur pelaksanaan penelitian dapat disajikan pada Gambar 3 dan Gambar 4.



**Gambar 3. Tahapan Pelaksanaan Pengambilan Data**





**Gambar 4. Tahapan Penelitian Umur Simpan Keripik Apel**

## IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Karakteristik Keripik Apel

#### 4.1.1. Karakteristik Fisik Organoleptik

Karakteristik fisik organoleptik keripik apel dalam penelitian ini diperoleh berdasarkan uji panelis menggunakan metode *Line Scale*. Metode *Line Scale* merupakan metode pengujian organoleptik dengan menggunakan skala horizontal. Pengujian ini meliputi uji rasa, aroma dan kerenyahan dengan 12 panelis, sedangkan pembahasan perubahan warna dilakukan berdasarkan dokumentasi penelitian saja.

Rasa digunakan sebagai salah satu parameter penentu penilaian panelis karena rasa berbeda dengan bau, dan langsung melibatkan panca indera lidah, sehingga diharapkan panelis dapat mengetahui penurunan mutu keripik apel berdasarkan rasanya.

Aroma merupakan sesuatu yang dapat diamati menggunakan indera pembau. Dalam industri pangan aroma dianggap penting karena dengan cepat dapat memberikan hasil penilaian produk tentang diterima atau ditolak produk tersebut, juga sebagai indikator terjadinya kerusakan pada produk (Sofyan, 2004). Bau yang ditimbulkan oleh makanan, banyak menentukan terhadap kelezatan makanan tersebut. Bau yang ditimbulkan pada umumnya disebabkan oleh perubahan-perubahan kimia dan bentuk persenyawaan dengan bahan lain, misalnya antara asam amino hasil perubahan protein dengan gula-gula reduksi

yang membentuk senyawa rasa dan aroma makanan (Achyadi dan Hidayanti, 2004).

Pada penelitian ini juga digunakan karakteristik kerenyahan sebagai parameter penilaian panelis. Penilaian organoleptik terhadap kerenyahan keripik apel dilakukan untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap perlakuan yang diberikan. Data hasil uji panelis karakteristik mutu keripik apel dapat dilihat pada Lampiran 3. Rerata hasil uji panelis karakteristik mutu keripik apel pada suhu 35°C, 40°C dan 45°C dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini

**Tabel 3. Rerata Hasil Uji Panelis Karakteristik Mutu Keripik Apel Pada Suhu 35°C, 40°C dan 45°C**

Minggu	Suhu 35°C			Suhu 40°C			Suhu 45°C		
	Rasa	Aroma	Kere-nyahan	Rasa	Aroma	Kere-nyahan	Rasa	Aroma	Kere-nyahan
0	10,667	10,875	11,791	10,667	10,875	11,791	10,667	10,875	11,791
1	9,208	9,333	10	9,333	9,583	10,542	8,917	8,375	9,667
2	7,292	7,625	8,375	8,042	7,792	8,875	8,5	8,292	9,875
3	6,875	7	8,125	7,125	7,375	8,167	7,125	6,333	7,75
4	6,667	6,583	7,708	6,458	6,583	7,958	5,083	4,917	7,083
5	5,5	5,75	6,985	5,917	6,161	7,416	4,791	4,667	6,375
6	4,125	4,833	6,708	4,958	5,083	6,75	3,792	3,875	6,042

Dari Tabel 3 di atas, dapat diketahui bahwa semakin lama waktu penyimpanan, panelis semakin menolak keripik apel. Hal ini ditandai dengan nilai karakteristik keripik apel yang semakin menurun, yang artinya terjadi penurunan mutu keripik apel. Untuk karakteristik rasa, pada awal penyimpanan minggu ke-0, keripik apel masih sangat diterima oleh panelis, karena belum ada perlakuan apapun. Penurunan yang cukup drastis mulai terjadi pada minggu ke-6, persentase penolakan panelis terbesar adalah pada akhir penyimpanan minggu ke-6 suhu 45°C, yaitu sebesar 58,33% (Lampiran 3). Perbedaan penilaian rasa yang diberikan oleh panelis dikarenakan rangsangan terhadap rasa yang diterima

panelis berbeda-beda, ada yang menyukai rasa manis dan ada yang tidak menyukai rasa manis. Rasa manis tersebut ditimbulkan oleh senyawa organik alifatik yang mengandung gugus OH seperti alkohol, beberapa asam amino, aldehid dan gliserol. Sumber rasa manis terutama adalah gula (Winarno, 1997).

Penilaian panelis untuk karakteristik aroma tidak berbeda jauh dengan karakteristik rasa. Penilaian panelis semakin menurun seiring dengan peningkatan suhu penyimpanan. Penurunan cukup drastis terjadi pada minggu ke-3 penyimpanan dengan suhu 45°C, yaitu sebesar 6,583 dan semakin menurun sampai akhir penyimpanan menjadi sebesar 3,875. Hal ini menunjukkan bahwa panelis menilai penurunan suatu produk dilihat dari perubahan aroma dan rasa terlebih dahulu, baru kemudian kerenyahannya. Hal ini dapat ditunjukkan pada data penilaian panelis terhadap kerenyahan yang penurunannya tidak terlalu drastis.

Untuk karakteristik kerenyahan, terdapat perbedaan penilaian panelis yang cukup signifikan dibandingkan dengan karakteristik rasa dan aroma. Pada akhir penyimpanan minggu ke-6 rerata penilaian panelis adalah sebesar 6,708 dan masih termasuk dalam range penilaian netral ( $>5-10$ ), yang artinya masih dapat diterima oleh panelis. Hal ini dapat disebabkan karena subyektifitas panelis dalam memberikan penilaian.

Penurunan kerenyahan dapat disebabkan karena terdapat kandungan gula dalam keripik apel. Gula merupakan zat yang bersifat higroskopis dan mempunyai kecenderungan untuk menyerap air maupun uap air. Pada suhu penyimpanan yang tinggi, penguapan pada keripik apel akan lebih cepat terjadi dan gula akan dengan

sendirinya menyerap uap air yang dikeluarkan oleh bahan tersebut, sehingga kadar air pada keripik apel menurun akan tetapi bahan juga mengandung air dan akibatnya keripik apel menjadi lembek atau melempem (Anonymous, 2008).

#### 4.1.2. Karakteristik Fisikokimia

Pengujian karakteristik kimia keripik apel meliputi pengujian utama, yaitu pengujian nilai kadar air dan nilai FFA (*Free Fatty Acid*) sebagai parameter utama penentu penurunan mutu keripik apel, dan pengujian pendukung yaitu uji kadar lemak dan kadar vitamin C. Pengujian kadar air dan FFA dilakukan setiap 7 hari sekali, sedangkan pengujian kadar lemak dan vitamin C dilakukan pada awal dan akhir penyimpanan dan digunakan sebagai data pendukung. Pengujian pada awal penyimpanan dilakukan untuk mendapatkan nilai karakteristik awal keripik apel (Ao), sedangkan pengujian pada akhir penyimpanan dilakukan untuk mendapatkan nilai karakteristik akhir keripik apel setelah penyimpanan (At). Data nilai karakteristik keripik apel pada awal dan akhir penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4. Nilai Karakteristik Kimia Keripik Apel Pada Awal Dan Akhir Penyimpanan**

Parameter	Suhu 35°C		Suhu 40°C		Suhu 45°C	
	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir
<b>Kadar Air (%)</b>	4,214	2,572	4,214	2,665	4,214	2,954
<b>FFA (%)</b>	1,049	2,428	1,049	2,385	1,049	2,327
<b>Kadar Lemak(%)</b>	51,189	38,165	51,189	37,986	51,189	37,827
<b>Vitamin C mg/100gr</b>	133,056	68,885	133,056	67,694	133,056	66,724

Berdasarkan Tabel 4 diatas, dapat dilihat bahwa terdapat penurunan nilai kadar lemak seiring dengan peningkatan nilai FFA. Hal ini disebabkan karena semakin lama penyimpanan pada suhu tinggi menyebabkan semakin cepat terjadi proses oksidasi, sehingga semakin besar kadar lemak yang terdegradasi menjadi asam lemak bebas (FFA), dan menyebabkan nilai kadar lemak semakin rendah. Kadar lemak berdasarkan Standar Nasional Indonesia Keripik Nanas adalah maksimum sebesar 25% b/b. Bila melihat kadar lemak keripik nanas berdasarkan Standar Nasional Indonesia, nilai kadar lemak awal keripik apel belum memenuhi syarat. Hal ini disebabkan karena faktor *human error* pada saat pengoperasian alat penggoreng vakum.

Menurut Suyanti dan Sjaifullah (1998) dalam Sofyan (2004), kadar lemak yang terukur menunjukkan jumlah minyak yang terserap oleh keripik selama penggorengan. Suhu penggorengan yang tinggi dapat menyebabkan dehidrasi yang lebih banyak pada permukaan bahannya sehingga menyebabkan minyak yang masuk kedalam bahan lebih banyak. Dan dapat juga disebabkan karena kerja alat pengeluaran minyak (*Spinner*) yang kurang optimal, sehingga menyebabkan pada permukaan keripik apel yang dihasilkan masih terdapat minyak.

Penurunan nilai kadar air berbeda pada masing-masing suhu. Penurunan Nilai kadar air pada suhu 35°C lebih besar daripada suhu 40°C dan 45°C. Hal ini dapat disebabkan karena keripik apel yang disimpan pada suhu 35°C mempunyai ketebalan dan ukuran yang lebih kecil daripada yang disimpan pada suhu 40°C dan 45°C, maka proses pindah panas yang terjadi akan semakin cepat, sehingga

penguapan pada bahan lebih cepat sehingga menyebabkan nilai kadar air menjadi semakin kecil.

Vitamin merupakan elemen yang sangat penting dalam makanan olahan. Oleh karena itu pengolahan bahan pangan terutama buah-buahan dilakukan dengan berbagai cara sehingga kadar vitamin dapat seminimal mungkin hilang. Asam askorbat atau vitamin C adalah vitamin yang paling mudah rusak diantara semua vitamin yang ada. Asam askorbat sangat larut dalam air. Asam askorbat mudah teroksidasi. Oksidasi sangat cepat bila kondisinya alkalis, pada suhu tinggi dan terkena sinar matahari serta logam-logam yang rendah (Gaman and Sherrington, 1994).

Hasil pengamatan menunjukkan terjadinya penurunan kadar vitamin C dalam keripik apel yang disimpan dalam waktu lama dalam suhu tinggi. Oksidasi ini akan terhambat bila vitamin C dibiarkan dalam keadaan asam, atau disimpan pada suhu rendah. Penurunan kadar vitamin C ini menyebabkan keripik apel menjadi sangat matang dan memicu terjadinya reaksi *browning* (pencoklatan) yang akhirnya muncul senyawa amina heterosiklis penyebab penyakit kanker (Sianturi, 2002).

## **4.2. Kinetika Laju Penurunan Mutu Keripik Apel Dengan Model Arrhenius**

### **4.2.1. Laju Penurunan Mutu Keripik Apel Terhadap Parameter Asam Lemak Bebas (FFA)**

Lemak merupakan salah satu komponen utama bahan pangan selain karbohidrat dan protein. Oleh karena itu peranan lemak dalam menentukan karakteristik bahan pangan cukup besar. Reaksi yang umum terjadi pada lipid

selama pengolahan meliputi hidrolisis, oksidasi dan pirolisis. Dalam proses pendugaan umur simpan keripik apel, harus ditentukan terlebih dahulu parameter yang menentukan penurunan mutu keripik apel. Salah satu parameter yang digunakan sebagai penentu penurunan mutu keripik apel adalah asam lemak bebas (FFA). Peningkatan nilai asam lemak bebas pada keripik apel ditandai dengan perubahan warna menjadi kecoklatan dan beraroma tengik.

Oksidasi lipida (minyak dan lemak) merupakan penyebab terbesar kerusakan mutu makanan. Terjadinya oksidasi lipida dapat mengawali perubahan-perubahan lain dalam makanan yang berdampak pada mutu nutrisi, keamanan, warna, flavor dan tekstur makanan (Shahidi dan Naczki, 1995 dalam Sarastani, *et al*, 2002). Lemak atau minyak akan berubah selama penyimpanan dari menghasilkan rasa dan bau yang tidak menyenangkan dikenal dengan sebutan *rancidity* atau tengik. Ketengikan adalah akibat oksidasi dan udara dikenal dengan istilah *oxidative rancidity*, sedangkan yang disebabkan oleh mikroorganisme disebut dengan *ketonic rancidity*. Secara rinci *oxidative rancidity* adalah akibat pemaparan pada panas dan cahaya, kelembaban dan adanya logam tertentu dalam jumlah kecil (Sihombing dan Sihombing, 1996)

Dalam penelitian ini, asam lemak bebas terbentuk dari proses hidrolisis pada saat proses pengolahan apel menjadi keripik apel. Hidrolisis merupakan reaksi minyak yang timbul karena pemanasan dengan kelembaban. Hal ini akan meningkatkan pembentukan asam lemak bebas (FFA). Dengan adanya kandungan air pada bahan, lemak dapat terhidrolisis menjadi asam lemak dan gliserol. Reaksi ini dipercepat oleh basa, asam dan enzim-enzim (Anonymous, 2007). Artinya

proses pembentukan asam lemak diawali dengan hidrolisis pada proses penggorengan keripik apel, dan berlanjut pada proses oksidasi saat keripik apel disimpan pada suhu tinggi untuk mempercepat penurunan mutu keripik apel. Proses oksidasi ini yang menyebabkan timbulnya bau dan rasa tengik akibat kerusakan lemak. Data hasil peningkatan nilai asam lemak bebas (FFA) yang disimpan dalam tiga kondisi suhu penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5. Rerata Nilai Asam Lemak Bebas (FFA) Keripik Apel yang Disimpan Pada Tiga Kondisi Suhu Penyimpanan ( Suhu 35°C, 40°C dan 45°C)**

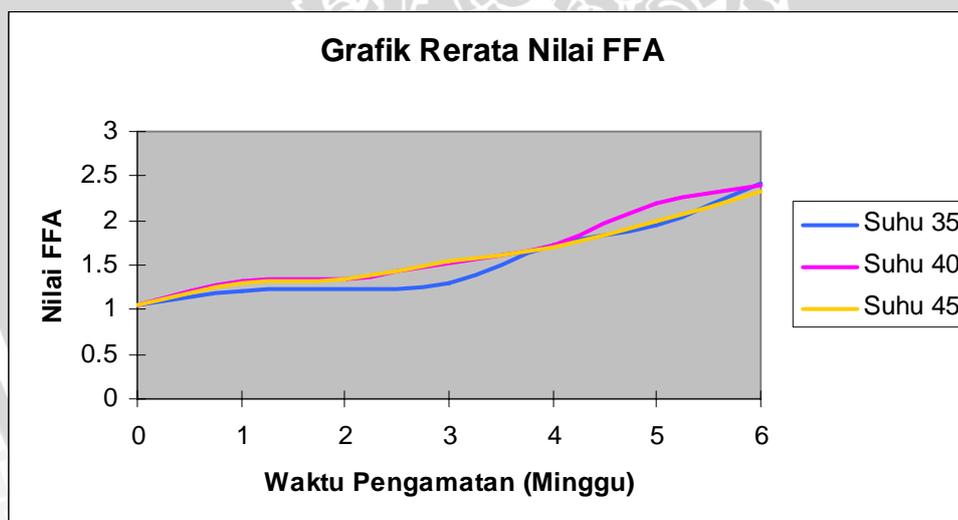
Minggu ke	Rerata Nilai FFA (%)		
	Suhu 35°C	Suhu 40 °C	Suhu 45 °C
0	1,049	1,049	1,049
1	1,198	1,323	1,3
2	1,238	1,336	1,335
3	1,293	1,513	1,541
4	1,732	1,713	1,704
5	1,952	2,191	2,001
6	2,428	2,385	2,327

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa pada setiap suhu penyimpanan terdapat peningkatan nilai FFA yang tidak stabil, bahkan terjadi peningkatan yang sangat tajam. Pada suhu 40°C dan 45°C, nilai FFA pada awal penyimpanan sampai akhir minggu ke-2 masih stabil, akan tetapi pada minggu ke-3 terjadi peningkatan yang cukup drastis. Pada penyimpanan suhu 35°C, terjadi peningkatan cukup tajam pada penyimpanan minggu ke-4. Akan tetapi, secara keseluruhan terjadi peningkatan nilai FFA pada setiap kondisi suhu, yang menunjukkan tingkat penurunan mutu keripik apel semakin besar. Peningkatan nilai asam lemak bebas sebagai hasil dari reaksi oksidasi lemak sangat dipengaruhi oleh kondisi penyimpanan, dan sebagai hasilnya adalah *off-flavors* (perubahan aroma) terjadi lebih cepat. Selain itu jenis dan komposisi minyak yang

digunakan juga dapat mempercepat terjadinya reaksi oksidasi (Warner, *et al.* 1996 dalam Schirack, 2006).

Hal ini dapat menjelaskan bahwa penggunaan suhu tinggi dapat lebih mempercepat penurunan mutu keripik apel. Ketaren (1986) juga menjelaskan jika suhu penyimpanan minyak atau lemak dinaikkan maka waktu untuk menghasilkan *flavor reversion* (perubahan aroma sebelum terjadi ketengikan) akan lebih singkat dan tentunya produk akan lebih cepat menjadi tengik.

Kemudian, data nilai FFA yang didapatkan, diplotkan terhadap waktu penyimpanan. Data plot nilai FFA yang dihasilkan dari tiga kondisi suhu penyimpanan terhadap waktu penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5. Grafik Rerata Nilai Asam Lemak Bebas (FFA) Pada Tiga Kondisi Suhu Penyimpanan**

Dengan demikian, dari grafik plot nilai FFA terhadap waktu penyimpanan, didapatkan tiga persamaan regresi linear dari setiap suhu penyimpanan keripik apel, yaitu :

- Suhu 35°C (308°K)  $Y = 0,2193x + 0,6787$  ( $k = 0,2193$ )  $R^2 = 0,8951$

- Suhu 40°C (313°K)  $Y = 0,2186x + 0,7699$  ( $k = 0,2186$ )  $R^2 = 0,9409$
- Suhu 45°C (318°K)  $Y = 0,2002x + 0,8074$  ( $k = 0,2002$ )  $R^2 = 0,9614$

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama penyimpanan dalam suhu tinggi, terjadi perbedaan peningkatan nilai asam lemak bebas. Penggunaan kemasan aluminium foil juga mempengaruhi peningkatan nilai asam lemak bebas. Kemasan aluminium foil bersifat impermeabel, higienis, kuat, penghantar panas yang baik, tidak menimbulkan racun dan tahan karat (Anonymous, 2004). Perusahaan menggunakan aluminium foil dengan ketebalan antara 20 $\mu$  - 30 $\mu$  dan proses pengemasan hanya menggunakan *sealer* saja, sehingga masih terdapat udara dalam kemasan yang dapat mempercepat terjadinya reaksi oksidasi.

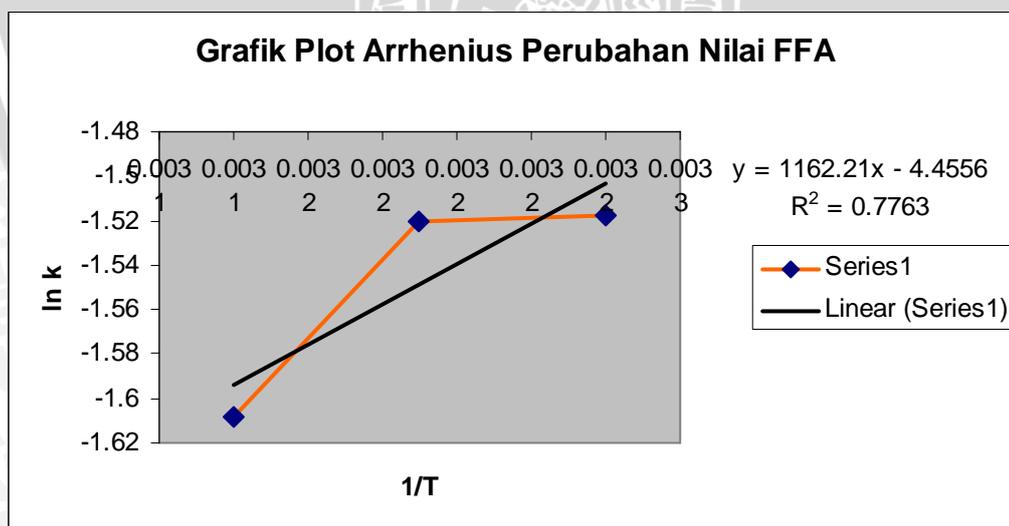
Seperti ditunjukkan dalam Gambar 5, bahwa grafik menunjukkan tren peningkatan nilai asam lemak bebas. Dapat dilihat bahwa dari hasil regresi linier terjadi penurunan nilai k dengan semakin tinggi suhu penyimpanan. Nilai k ini menunjukkan laju reaksi peningkatan nilai asam lemak bebas (FFA). Pada suhu 35 °C mempunyai nilai k paling besar, yang artinya laju peningkatan nilai asam lemak bebas lebih besar dibandingkan dengan penyimpanan pada suhu 40 °C dan 45 °C. Hal ini disebabkan karena pada penyimpanan dengan suhu 35°C, kerja inkubator kurang optimal dan cukup sering terjadi peningkatan dan penurunan suhu penyimpanan (menjadi 34°C dan 36 °C), sehingga menyebabkan peningkatan nilai FFA tidak stabil.

Hasil analisa regresi linier dari hubungan antara nilai asam lemak bebas (FFA) dan lama penyimpanan dalam setiap suhu penyimpanan, didapatkan nilai

koefisien korelasi atau  $r$  yang mendekati 1 ( $r \approx 1$ ), yang berarti suhu sangat berpengaruh terhadap peningkatan laju asam lemak bebas (FFA).

Dalam penelitian ini, untuk menduga umur simpan keripik apel adalah menggunakan persamaan Arrhenius. Persamaan Arrhenius merupakan asumsi yang sering digunakan untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap reaksi yang ditimbulkan. Secara umum, rumus dari persamaan Arrhenius adalah:  $\ln k = \ln A - E / RT$  atau  $\ln k = \ln k_0 - (1/T) (E/R)$  atau  $\ln k = \ln [A] - E_a / RT$ , dimana setiap nilai  $\ln k$  dan  $1/T$  (suhu dalam satuan Kelvin) pada masing-masing suhu penyimpanan, diplotkan sebagai ordinat dan absis.

Setelah nilai  $\ln k$  dan  $1/T$  diplotkan, maka akan didapatkan grafik hubungan antara lama penyimpanan dengan peningkatan nilai asam lemak (FFA). Grafik plot Arrhenius perubahan nilai asam lemak bebas terhadap perubahan suhu dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6. Grafik Plot Arrhenius Perubahan Asam Lemak Bebas (FFA) Pada Tiga Kondisi Suhu Penyimpanan**

Dari grafik plot Arrhenius perubahan asam lemak bebas, didapatkan nilai  $Y = 1162,21x - 4,4556$  dan nilai  $R^2 = 0,7763$ . Selanjutnya, dari persamaan regresi yang diperoleh, akan dihitung nilai energi aktivasi untuk perubahan asam lemak bebas (FFA) yang selanjutnya akan digunakan untuk menghitung umur simpan keripik apel. Dari persamaan diatas, didapatkan nilai  $E/R$  (b) = 1162,21 dan nilai  $\ln k_0$  (a) = -4,4556. Jika nilai  $E/R$  dikalikan dengan konstanta gas ideal ( $R = 1,986$ ), maka akan didapatkan nilai energi aktivasi ( $E_a$ ) = 2306,163 kal/mol. Jadi besarnya energi minimal yang dibutuhkan keripik apel untuk merubah molekul lemak menjadi asam lemak bebas (FFA) adalah sebesar 2306,163 kal/mol.

#### **4.2.2. Laju Penurunan Mutu Keripik Apel Terhadap Parameter Kadar Air**

Menurut, Sudjud (2000), penurunan kadar air produk gorengan terjadi karena panas dari minyak akan menguapkan air yang terdapat pada bahan, jumlah air yang menguap semakin bertambah dengan meningkatnya suhu penggorengan. Karena semakin besar perbedaan suhu antar minyak dengan bahan maka semakin cepat proses pindah panas yang terjadi sehingga penguapan air dari dalam bahan juga semakin cepat.

Menurut Winarno (1997), bahwa untuk memperpanjang daya tahan suatu bahan sebagian air dalam bahan pangan harus dihilangkan dengan berbagai cara tergantung dari jenis bahannya. Kadar air merupakan komponen penentu penurunan mutu keripik apel, karena kadar air sangat berhubungan dengan kerenyahan, sedangkan kerenyahan merupakan salah satu faktor penentu penerimaan konsumen terhadap keripik apel. Oleh karena itu, kadar air digunakan

sebagai parameter penentu penurunan mutu keripik apel, karena kandungan utama dalam apel adalah air. Pada dasarnya, semakin rendah nilai kadar air, maka keripik akan semakin renyah. Akan tetapi, dalam penelitian ini, semakin rendah nilai kadar air, maka tingkat penerimaan konsumen terhadap kerenyahan sedikit menurun dalam uji organoleptik. Hal ini disebabkan karena pada penyimpanan suhu tinggi, selain penurunan kadar air, juga diiringi dengan peningkatan nilai asam lemak bebas, sehingga berpengaruh terhadap penerimaan panelis.

Perubahan kadar air juga dapat disebabkan oleh jenis kemasan yang digunakan. Menurut Winarno dan Jenie (1982), kerusakan yang ditentukan oleh lingkungan dan hampir seluruhnya dapat dikontrol dengan kemasan yang dapat digunakan, misalnya kerusakan mekanis, perubahan kadar air bahan, absorpsi dan interaksi dengan oksigen.

Dari hasil penelitian, pada awal penyimpanan ( $A_0$ ), diperoleh nilai kadar air sebesar 4,214%. Hasil ini sesuai dengan Standar Nasional Keripik Nangka nilai maksimal untuk kadar air keripik nangka yaitu sebesar 5 % b/b. Data nilai kadar air keripik apel yang disimpan dalam tiga kondisi suhu penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 6 dibawah ini :

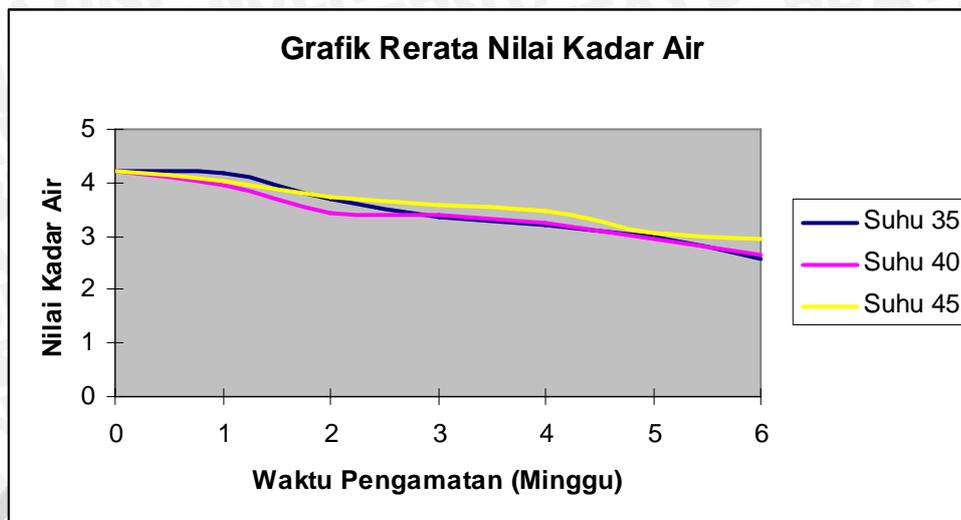
**Tabel 6. Rerata Nilai Kadar Air Keripik Apel Yang Disimpan Pada Tiga Kondisi Suhu Penyimpanan (Suhu 35°C, 40°C dan 45°C)**

Minggu ke	Rerata Nilai Kadar Air (%)		
	Suhu 35°C	Suhu 40°C	Suhu 45°C
0	4,214	4,214	4,214
1	4,177	3,944	4,022
2	3,712	3,430	3,726
3	3,365	3,396	3,568
4	3,218	3,251	3,454
5	2,993	2,940	3,044
6	2,572	2,665	2,954

Berdasarkan tabel di atas, tingkat penurunan nilai kadar air menurun pada setiap suhu penyimpanan berbeda, akan tetapi pada dasarnya penurunan nilai kadar air menunjukkan penurunan mutu keripik apel. Pada suhu 40 °C dan 45°C, terjadi penurunan yang cukup stabil sampai akhir penyimpanan. Penurunan paling tinggi terjadi pada penyimpanan dengan suhu 35°C yaitu pada awal penyimpanan sebesar 4,214% dan menurun sampai 2,572% pada akhir penyimpanan.

Hal ini dapat disebabkan karena perbedaan ketebalan irisan yang berbeda-beda, walaupun pada prosesnya menggunakan *slicer*, akan tetapi masih terdapat perbedaan ketebalan irisan pada keripik apel yang dihasilkan. Sehingga ketebalan keripik yang paling tipis mempunyai kadar air yang sedikit bila dibandingkan dengan keripik yang lebih tebal. Ketebalan juga berpengaruh terhadap suhu penggorengan vakum, dimana keripik yang mempunyai ketebalan lebih tebal akan memerlukan suhu penggorengan yang lebih besar dibanding keripik dengan ketebalan tipis dalam waktu yang sama. Selain ketebalan, juga disebabkan karena perbedaan besar kecilnya ukuran keripik apel. Perbedaan ini menyebabkan pada ukuran keripik yang lebih kecil proses penguapan yang terjadi lebih cepat dibandingkan dengan ukuran keripik yang lebih besar. Oleh karena itu terdapat perbedaan tingkat penurunan nilai kadar air dalam setiap suhu penyimpanan.

Kemudian, nilai kadar air yang didapatkan diplotkan terhadap waktu penyimpanan. Data plot nilai kadar air yang dihasilkan dari tiga kondisi suhu penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 7.



**Gambar.7. Grafik Rerata Nilai Kadar Air Yang Disimpan Dalam Tiga Kondisi Suhu Penyimpanan**

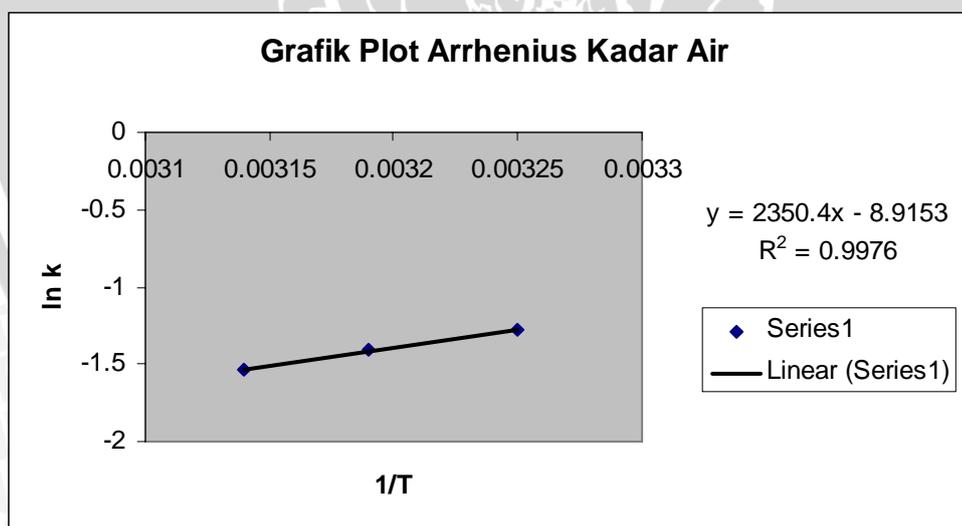
Dari grafik di atas, didapatkan nilai regresi linier penurunan nilai kadar air keripik apel, yaitu :

- Suhu 35°C (308°K)  $Y = -0,2781x + 4,577$  ( $k = 0,2781$ )  $R^2 = 0,9757$
- Suhu 40°C (313°K)  $Y = -0,2441x + 4,382$  ( $k = 0,2441$ )  $R^2 = 0,9623$
- Suhu 45°C (318°K)  $Y = -0,2146x + 4,4271$  ( $k = 0,2146$ )  $R^2 = 0,9819$

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama penyimpanan dan semakin tinggi suhu penyimpanan, terjadi perbedaan nilai kadar air antara suhu 35°C, 40°C dan 45°C. Nilai kadar air pada akhir penyimpanan suhu 45°C lebih rendah dibandingkan dengan suhu 40°C dan 35°C. Artinya, penurunan nilai kadar air pada suhu 35°C lebih cepat dibandingkan dengan suhu 40°C dan 45°C. Akan tetapi pada dasarnya, terjadi penurunan nilai kadar air pada setiap suhu penyimpanan, hal ini dapat dilihat pada nilai k yang semakin menurun seiring dengan semakin meningkatnya suhu penyimpanan. Nilai k ini, menunjukkan laju reaksi penurunan nilai kadar air. Dari hasil regresi linier didapatkan nilai k

tertinggi pada penyimpanan dengan suhu 35°C (308°K), yaitu sebesar 0,2781 dan semakin menurun pada penyimpanan dengan suhu 45°C (318°K) menjadi sebesar 0,2146, dan merupakan nilai k terendah. Nilai koefisien korelasi dari hasil analisa regresi linier yang sama dengan 1 ( $r = 1$ ), menunjukkan bahwa peningkatan suhu sangat berpengaruh terhadap penurunan nilai kadar air.

Kemudian, setelah didapatkan persamaan regresi linier, selanjutnya dihitung nilai  $\ln k$  dari masing-masing suhu penyimpanan. Nilai  $\ln k$  yang didapatkan diplotkan terhadap  $1/T$  (suhu dalam Kelvin). Setelah nilai  $\ln k$  dan  $1/T$  diplotkan, maka akan didapatkan grafik hubungan antara lama penyimpanan dengan penurunan nilai kadar air, dan disebut sebagai plot Arrhenius penurunan kadar air. Grafik plot Arrhenius perubahan nilai kadar air terhadap perubahan suhu dapat dilihat pada Gambar 8.



**Gambar 8. Grafik Plot Arrhenius Perubahan Kadar Air Pada Tiga Kondisi Suhu Penyimpanan**

Dari grafik plot Arrhenius penurunan nilai kadar air keripik apel, didapatkan nilai regresi linier  $Y = 2350,4x - 8,9153$  dan nilai kefisien korelasi ( $r$ )

sebesar 0,9976, yang artinya penurunan kadar air sangat berpengaruh terhadap mutu keripik apel. Kemudian dari persamaan regresi linier yang didapat akan digunakan untuk menghitung nilai energi aktivasi ( $E_a$ ) penurunan keripik apel yang selanjutnya akan dihitung umur simpan keripik apel. Nilai energi aktivasi ( $E_a$ ) yang didapatkan adalah sebesar 4667,8944 kal/mol, yang artinya, besarnya energi minimal yang dibutuhkan untuk menurunkan nilai kadar air adalah sebesar 4667,8944 kal/mol.

### **4.3. Pendugaan Umur Simpan Keripik Apel**

Pendugaan umur simpan keripik apel dilakukan setelah diketahui nilai energi aktivasi dari parameter asam lemak bebas (FFA) dan kadar air. Dari perhitungan, didapatkan nilai energi aktivasi untuk parameter asam lemak bebas (FFA) adalah sebesar 2306,163 kal/mol, yang artinya bahwa untuk meningkatkan nilai asam lemak bebas dibutuhkan energi sedikitnya sebesar 2306,163 kal/mol dan untuk parameter kadar air adalah sebesar 4667,8944 kal/mol, yang artinya untuk menurunkan nilai kadar air dibutuhkan energi sebesar 4667,8944 kal/mol. Perhitungan nilai energi aktivasi untuk peningkatan asam lemak bebas dapat dilihat dapat dilihat pada Lampiran 7, sedangkan perhitungan nilai energi aktivasi penurunan nilai kadar air dapat dilihat pada Lampiran 8. Untuk menduga umur simpan keripik apel dengan metode ASLT, maka dipilih parameter yang mempunyai nilai energi aktivasi terkecil, yaitu parameter asam lemak bebas.

Pada penelitian ini digunakan kinetika reaksi orde nol untuk parameter FFA. Dasar digunakan orde nol adalah karena sesuai dengan Labuza dan Schmild

(1985), yang menyatakan bahwa reaksi orde nol digunakan dalam beberapa hal seperti degradasi enzim, pencoklatan non-enzim dan oksidasi lemak yang diikuti peningkatan nilai ketengikan produk.

Menurut Ketaren (1986), apabila nilai  $A_t$  adalah sebesar 0,2 dari kadar lemak akhir, maka mengakibatkan flavor (aroma dan rasa) yang tidak diinginkan dan dapat meracuni tubuh. Dalam hal ini, digunakan nilai kadar lemak akhir pada suhu yang paling mempercepat penurunan mutu keripik apel, yaitu suhu 45°C.

$$\text{Nilai kadar lemak} = 37,827\%$$

$$\begin{aligned}\text{Nilai karakteristik akhir } (A_t) &= 0,2 \times 37,827\% \\ &= 7,5654\%\end{aligned}$$

Setelah diketahui nilai  $E_a$  terkecil dari parameter, penentuan umur simpan keripik apel dihitung berdasarkan kinetika reaksi orde nol, dengan rumus:

$$A_o = A_t + k.t$$

$$t = \frac{(A_o - A_t)}{k}$$

dimana :  $t$  = umur simpan (Shelf life)

$A_o$  = karakteristik mutu awal keripik apel

$A_t$  = karakteristik mutu akhir keripik apel

$k$  = konstanta laju reaksi

#### 4.3.1. Pendugaan Umur Simpan Keripik Apel Berdasarkan Parameter Asam

##### Lemak Bebas (FFA)

Setelah nilai energi aktivasi diketahui, kemudian umur simpan ( $t$ ) dihitung dengan persamaan kinetika reaksi ordo nol dengan rumus  $A_t = A_o - k.t$ , dimana

Ao menyatakan nilai karakteristik mutu awal sebelum penyimpanan sedangkan At menyatakan nilai karakteristik mutu akhir (dimana keripik apel tidak diinginkan).

Setelah diketahui nilai At, maka selanjutnya dilakukan perhitungan umur simpan keripik apel berdasarkan peningkatan asam lemak bebas (FFA). Perhitungan umur simpan keripik apel berdasarkan parameter FFA dapat dilihat pada Lampiran 9. Perhitungan umur simpan juga dilakukan pada suhu 20°C, 27°C dan 33°C. Hal ini dilakukan karena berdasarkan data dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) Stasiun Klimatologi Karangploso Malang, suhu maksimum absolut Malang tahun 1990 berkisar 29,10°C-33,20°C dan suhu minimum 15,50°C. Pada tahun 2006 mencapai 33,80°C dan minimum berkisar 20°C dan terus meningkat sebesar 0,050°C setiap tahunnya (Anonymous, 2008). Penggunaan suhu 27°C didasarkan pada hasil rerata suhu terendah dan tertinggi di kota Malang. Hasil perhitungan umur simpan keripik apel pada berbagai suhu penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7. Pendugaan Umur Simpan Keripik Apel Berdasarkan Parameter Asam Lemak Bebas (FFA)**

Suhu	Umur Simpan (Hari)	Umur Simpan (Bulan)
20°C	339,04 ≈ 339	11 Bulan 9 Hari
27°C	309,13 ≈ 309	10 Bulan 9 Hari
33°C	286,44 ≈ 286	9 Bulan 16 Hari
35°C	279,4 ≈ 279	9 Bulan 9 Hari
40°C	263,2 ≈ 263	8 Bulan 23 Hari
45°C	248,24 ≈ 248	8 Bulan 8 Hari

Dari Tabel 7 di atas dapat dilihat bahwa suhu penyimpanan mempengaruhi umur simpan keripik apel yaitu dengan nilai umur simpan yang semakin pendek disebabkan semakin naiknya suhu penyimpanan. Hal ini menunjukkan bahwa

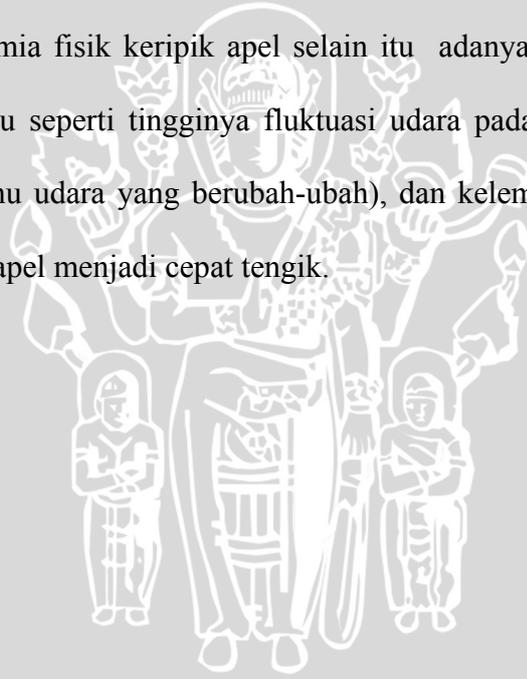
kenaikan suhu menyebabkan terjadinya kecepatan reaksi kerusakan yang lebih besar sehingga semakin cepat rusak maka semakin pendek umur simpannya.

Pada metode ASLT penyimpanan keripik apel pada suhu yang lebih tinggi dari suhu ruang bertujuan agar reaksi kerusakan yang terjadi pada kondisi normal dapat segera terjadi sehingga dapat segera diketahui laju penurunan mutunya. Dengan demikian umur simpan dapat diketahui dengan cepat. Pada suhu 35°C diketahui umur simpan berdasarkan parameter asam lemak bebas yaitu selama 279 hari (9 bulan 9 hari), pada suhu 40°C diketahui umur simpan keripik apel selama 263 hari (8 bulan 23 hari), sedangkan pada suhu 45°C didapatkan umur simpan keripik apel selama 248 hari (8 bulan 8 hari).

Perhitungan umur simpan keripik apel berdasarkan parameter kadar air tidak perlu dilakukan, karena pada dasarnya perhitungan umur simpan menggunakan metode ASLT adalah memperhitungkan perubahan energi aktivasi, sedangkan energi aktivasi sendiri memperhitungkan perubahan reaksi sebagai akibat dari perubahan suhu. Penurunan kadar air keripik apel bukan merupakan reaksi penurunan mutu, akan tetapi penyerapan yang mengakibatkan penurunan mutu. Penggunaan parameter kadar air sebagai salah satu parameter penentu kerusakan keripik apel didasarkan pada penerimaan panelis terhadap kerenyahan

CV. Bagus Agriseta Mandiri Batu menentukan batas kadaluwarsa keripik apel selama 1 tahun. Menurut Astawan (2005), umumnya produsen akan mencantumkan batas kadaluwarsa sekitar dua sampai tiga bulan lebih cepat dari umur simpan produk yang sesungguhnya. Hal ini dilakukan untuk menghindari dampak-dampak merugikan terhadap konsumen, apabila batas kadaluwarsa itu

benar-benar terlampaui. Berdasarkan pernyataan di atas, dapat diketahui umur simpan keripik apel berdasarkan asumsi perusahaan adalah antara 14 bulan sampai 15 bulan. Batas kadaluwarsa yang diduga oleh CV. Bagus Agriseta Mandiri Batu jauh berbeda dengan perhitungan umur simpan berdasarkan uji laboratorium. Berdasarkan perhitungan umur simpan, maka seharusnya batas kadaluwarsa keripik apel jika disimpan pada suhu 35°C adalah selama 6 bulan sampai 7 bulan, untuk suhu 40°C dan 45°C adalah selama 5 bulan sampai 6 bulan. Hal ini disebabkan perusahaan hanya melihat dari segi fisik keripik apel tanpa melihat kandungan kimia fisik keripik apel selain itu adanya faktor yang tidak bisa dikendalikan yaitu seperti tingginya fluktuasi udara pada saat keripik apel berada di pasaran (suhu udara yang berubah-ubah), dan kelembaban udara yang menyebabkan keripik apel menjadi cepat tengik.



## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan umur simpan keripik apel dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat dihasilkan beberapa kesimpulan yaitu :

- Hasil pendugaan umur simpan keripik apel yang di kemas menggunakan aluminium foil dengan ketebalan  $20\mu - 30\mu$  berdasarkan parameter asam lemak bebas pada penyimpanan suhu  $35^{\circ}\text{C}$  adalah selama 279 hari, pada suhu  $40^{\circ}\text{C}$  adalah selama 263 hari, suhu  $45^{\circ}\text{C}$  selama 248 hari. Dari hasil perhitungan, dapat diketahui masa kadaluwarsa sebenarnya dari keripik apel pada suhu  $35^{\circ}\text{C}$  adalah antara 6 bulan sampai 7 bulan, sedangkan masa kadaluwarsa untuk suhu  $40^{\circ}\text{C}$  dan  $45^{\circ}\text{C}$  adalah antara 5 bulan sampai 6 bulan.
- Hasil pendugaan umur simpan keripik apel setelah dikonversikan pada suhu  $27^{\circ}\text{C}$  (suhu di Malang) selama 309 hari dan suhu  $33^{\circ}\text{C}$  (suhu di Surabaya) adalah selama 286 hari.

### 5.2. Saran

Saran yang dapat disampaikan pada penelitian ini adalah agar diperhatikan kestabilan suhu penyimpanan karena akan mempengaruhi perubahan energi aktivasi.

## DAFTAR PUSTAKA

Achyadi, N. S dan Hidayanti, A. 2004. **Pengaruh Konsentrasi Bahan Pengisi Dan Konsentrasi Sukrosa Terhadap Karakteristik Fruit Leather Cempedak (*Artocarpus champeden Lour*)**. Infomatek Volume 6 No 3. Jurusan Teknologi Pertanian. Fakultas Teknik. Universitas Pasundan Bandung.

[http://unpas.ac.id/pmb/home/images/articles/infomatek/Jurnal\\_VI\\_4-2.pdf](http://unpas.ac.id/pmb/home/images/articles/infomatek/Jurnal_VI_4-2.pdf).

Tanggal Akses 16 Mei 2008.

**Anonymous. 2004. Aluminium Foil.**

<http://world-aluminium.org/applications/packaging.foil.html>.

Tanggal

Akses 31 Maret 2008

-----, **Foil Packaging.**

<http://www.alupro.org.uk/aluminium%20packaging-foil.htm>. Tanggal

Akses 31 Maret 2008

-----, 2006. **Peramalan Umur Simpan.** <http://www.panganplus.com/umursimpan.htm>.

Tanggal Akses 21 Agustus 2007

-----, 2007. **Pengolahan Keripik Buah Apel.**

(<http://sepaku.wordpress.com/category/tani/page/2/>)

-----, 2008. **Banjir Malang Akibat Pelanggaran Tata Ruang.**

[http://www.tempointeraktif.com/hg/nusa/jawamadura/2008/04/17/brk\\_20080417-121488.id.html](http://www.tempointeraktif.com/hg/nusa/jawamadura/2008/04/17/brk_20080417-121488.id.html). Tanggal Akses 5 Juni 2008.

-----, **Mengapa Krupuk Bisa Melempem?.**

<http://www.rileks.com/artikel/?act=detail&artid=31102006118742>.

Tanggal Akses. 16 Mei 2008.

Arpah, M., R. Syarief., J. Hermanianto., Dan A. Apriyanto. 2003. **Regulasi Kadaluwarsa Pangan Nasional dan Internasional.** Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. PATPI – IPB. Bogor

Astawan, Made. 2005. **Penentuan Kadaluwarsa. Awas, Bencana Dalam Makanan Kadaluwarsa.** Kompas Cyber Media.

<http://www.depkes.go.id/htm>. Tanggal Akses: 21 Agustus 2007

Buckle, K. A., R. A. Edwards., G. H. Fleet., and M. Wootton. 1987. **Ilmu Pangan.** UI-Press. Jakarta

- Davis, C. 2003. **Using Reaction to Study Factor Affecting The Quality and Shelf Life of Food Product.** <http://www.wmrc.com/businessbriefing/pdf/foodtech/2002/reference/rcf7.pdf>. Tanggal Akses: 20 Agustus 2007
- Ellis, M. J. 1994. **The Methodology of Shelf Life Determination.** Di dalam *Shelf Life of Foods*. Man, D and A. Jones. 2002. Aspen Publisher, Inc. Gathersburg. Maryland
- Gaman P.M. and K. B. Sherrington.. 1994. ***The Science of Food, An Introduction to Food Science, Nutrition, and Microbiology Second Edition.*** Penerjemah Murdjati, Sri Naruki, Agnes Murdiati, Sarjono Dalam *Ilmu Pangan, Pengantar Ilmu Pangan. Nutrisi dan Mikrobiologi*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Harmanto, Anna Nurhasanah dan Sardjono. 1999. **Penyempurnaan Proses Pembuatan Makanan Kering.** Puspa Swara. Jakarta.
- Ketaren, S. 1986. **Minyak dan Lemak Pangan.** Universitas Indonesia (UI-Press). Jakarta
- Keusch, P. 2003. *Chemical Kinetics Rate Laws, Arrhenius Equation – Experiments.* <http://courses.che.unm.edu//00fscn8334-if/fscn8334reading.html>. Last Updated 20 Agustus 2007
- Kuntz, A. L. 1996. **Accelerated Shelf Life Testing.** <http://www.foodproductdesign.com/archive/1991/1291QA.html>. Tanggal Akses 20 November 2007.
- Labuza, T. B. And D. Riboh. 1982. **Theory and Application of Arrhenius Kinetics to The Prediction of Nutrient Losses in Food.** *Food Technology*
- Laidler, K. J. 1997. **Chemical Kinetics, Third Edition.** Retrieved from [http://en.wikipedia.org/wiki/Arrhenius equation](http://en.wikipedia.org/wiki/Arrhenius_equation). Last updated 20 Agustus 2007
- Man, D. And A. Jones. 2000. **Shelf Life Evaluation of Foods.** Aspen Publishers, Inc. Gathersburg. Maryland
- Nurminah, M. 2002. **Penelitian Sifat Berbagai Bahan Kemasan Plastik Dan Kertas Serta Pengaruhnya Terhadap Bahan Yang Dikemas.** Fakultas Pertanian. Jurusan Teknologi Pertanian. Universitas Sumatera Utara. <http://www.digilib.usu.ac.id/fp-mimi.pdf>

Platkin, C. S. 2007. **A Fresh Look at The Value of Dried Fruit.** [http://seattletimes.nwsourc.com/html/foodwine/2003726592\\_platkin.html](http://seattletimes.nwsourc.com/html/foodwine/2003726592_platkin.html). Tanggal Akses 14 September 2007

Ranken, M. D and R. C. Kill. 1993. **Food Industries Manual. 23<sup>rd</sup> Edition.** Blackie Academic and Professional. London

Robertson, G. L. 1993. **Food Packaging Principle and Practice.** Marcell Dekker, Inc. New York

Shahidi dan Nacz, 1995 dalam Sarastani, D., Soekarto, S. T., Muchtadi, T. R., Fardiaz. D., Apriyanto. A. 2002. **Aktivitas Antioksidan Ekstrak dan Fraksi Ekstrak Biji Atung (*Parinarium glaberrimum* Hassk.).** Buletin Teknologi dan Industri Pangan. Volume XIII. No 2  
[http://www.iptek.net.id/ind/pustaka\\_pangan/index.php?mnu=2&ch=puspa&id=175&hal=1](http://www.iptek.net.id/ind/pustaka_pangan/index.php?mnu=2&ch=puspa&id=175&hal=1). Tanggal Akses 16 Mei 2008

Sianturi, G. 2002. **Mengurangi Susut Gizi.** <http://www.kompas.com/kesehatan/news/0204/23/015943.htm>. Tanggal Akses 6 April 2008.

Sihombing, G dan Sihombing, M. 1996. Mutu Jajanan Goreng Ditinjau dari Minyak Yang Diserap. Pusat Penelitian Penyakit Tidak Menular. Badan Penelitian Dan Pengembangan Kesehatan. Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta.  
<http://www.kalbe.co.id/files/cdk/files/10MutuJajananGorengDitinjauMinyakDiserap111.pdf/10MutuJajananGorengDitinjauMinyakDiserap111.html>. Tanggal Akses 20 April 2008.

Soekarto, T. S. 1990. **Analisa Mutu Sensoris.** Penerbit Gramedia. Jakarta

Sofyan, I. 2004. **Mempelajari Pengaruh Ketebalan Irisan dan Suhu Penggorengan Secara Vakum Terhadap Karakteristik Keripik Melon (*The Effect of Thickly Slice and of Optimal Temperature Vacum frying to Chips Characteristic of Melon Fruit*).** Infomatek Volume 6 Nomer 3 September 2004.  
[http://www.unpas.ac.id/pmb/home/images/articles/infomatek/Jurnal\\_VI\\_3-5.pdf](http://www.unpas.ac.id/pmb/home/images/articles/infomatek/Jurnal_VI_3-5.pdf). Tanggal Akses 28 Oktober 2007

Subekti, A. 1993, **Mempelajari Pembuatan Keripik Pepaya Dengan Sistim Penggorengan Vakum.** Skripsi FATETA. IPB. Bogor.

Sudjud, R.. (2000). **Mempelajari Pengaruh Suhu dan Waktu Penggorengan Hampa Terhadap Sifat Fisik dan Organoleptik Keripik Buah Cempedak (*Artocarpus integer* (Thunb) Merr).** Skripsi FATETA. IPB. Bogor.

Sulistyowati, A . 1999. **Membuat Keripik Buah dan Sayur**. Cetakan I. Puspa Swara. Jakarta.

----- . 2004. **Membuat Keripik Buah dan Sayur**. Puspa Swara. Jakarta

Susanto, T. Dan B. Saneto. 1994. **Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian**. PT. Bina Ilmu. Surabaya

Suyanti dan Sjaifullah. 1998. **Pengaruh Blansing Dan Cara Penggorengan Terhadap Mutu Keripik Pepaya Sisa Sadap CV. Semangka Paris Dan Bangkok**. **Buletin Pasca Panen Hortikultura**. Vol 1. Hal 1. Dalam Sofyan, Iyan. 2004. **Mempelajari Pengaruh Ketebalan Irisan dan Suhu Penggorengan Secara Vakum Terhadap Karakteristik Keripik Melon**(*The Effect of Thickly Slice and of Optimal Temperature Vacum frying to Chips Characteristic of Melon Fruit*). **Infomatek Volume 6 Nomer 3 September 2004**.

[http://www.unpas.ac.id/pmb/home/images/articles/infomatek/Jurnal\\_VI\\_3-5.pdf](http://www.unpas.ac.id/pmb/home/images/articles/infomatek/Jurnal_VI_3-5.pdf). Tanggal Akses 28 Oktober 2007

Syarief, R. Dan Y. Halid. 1993. **Teknologi Pengemasan Pangan**. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor. Bogor

Sewald, M and J. DeVries. 2005. **Food Product Shelf Life**. Medallion Laboratories Analytical Progress. <http://www.medallionlabs.com/food/shelflife.pdf>. Tanggal Akses 25 Agustus 2007

Taokis, P. And T. B. Labuza. 1996. **Summary : Intregative Concepts** dalam Owen, R. Fennema. 1996. **Food Chemistry, Third Edition**. Marcel Dekker, Inc. New York

Teule, S. And J. Cronzet. 1994. **Effect of Drying Temperature on The Flavour Characteristic of Dehidrated Apple Product in Trends in Flavour Research**. Elsevier. Amsterdam. The Netherlands

Untung, U. 1994. **Jenis dan Budidaya Apel**. Penebar Swadaya. Jakarta

Warner, K.J.H., P. S. Dimick., G. R. Ziegler., R. O. Mumma., and R. Hollender. 1996. **"Flavorfade" And Off-flavors In Ground Roasted Peanuts As Related To Selected Pyrazines And Aldehydes**. *Journal of Food Science* 61(2): 469-472. Dalam Schirack , Andriana Vais . 2006. **The Effect Of Microwave Blanching On The Flavor Attributes Of Peanuts**. <http://class.fst.ohio-state.edu/fst401/information/Elements-FoodChem.html>. Tanggal Akses 31 Maret 2008

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

Winarno, F.G. dan B. Sri Laksmie Jenie. 1982. **Kerusakan Pangan Dan Cara Pencegahannya**. IPB Bogor-Chalia Indonesia.



### Lampiran 1. Prosedur Analisis Kimia

**a. Penentuan FFA (Sudarmadji, 1997)**

Cara Kerja :

1. Bahan harus diaduk merata dan berada dalam keadaan cair pada waktu diambil contohnya. Timbang sebanyak  $2,8,2 \pm 0,2$  g contoh dalam erlenmeyer. Tambahkan 50 ml alkohol netral yang panas dan 2 ml indikator phenolphthalein (PP).
2. Titrasi dengan larutan 0,1 N NaOH yang telah di standardisir sampai warna merah jambu tercapai dan tidak hilang selama 30 detik.
3. Persen asam lemak bebas dinyatakan sebagai oleat pada kebanyakan minyak dan lemak.
4. Asam lemak bebas dinyatakan sebagai sebagai % FFA atau sebagai angka asam.

$$\% \text{ FFA} = \frac{\text{ml NaOH} \times \text{N} \times \text{Berat molekul asam lemak}}{\text{Berat contoh} \times 1000} \times 100$$

**b. Kadar Air (AOAC, 1990)**

Cara Kerja :

1. Cawan kosong dan tutupnya dikeringkan dalam oven selama 15 menit dan didinginkan dalam desikator, kemudian ditimbang.
2. Timbang dengan cepat kurang lebih 5 gram sampel yang sudah dihomogenkan dalam oven.
3. Angkat tutup cawan dan tempatkan cawan beserta isi dan tutupnya didalam oven selama 6 jam. Hindarkan kotak antara cawan dinding oven.

Untuk produk yang tidak mengalami dekomposisi dengan pengeringan yang lama, dapat dikeringkan selama 1 malam (16 jam).

4. Pindahkan cawan ke desikator, tutup dengan penutup cawan, lalu dinginkan. Setelah dingin timbang kembali.
5. Keringkan kembali dalam oven sampai diperoleh berat yang tetap.

Perhitungan :

$$\text{Berat sampel (gram)} = W_1$$

$$\text{Berat sampel setelah dikeringkan (gram)} = W_2$$

$$\text{Kehilangan berat (gram)} = W_3$$

$$\text{Persen kadar air (basis kering)} = W_3 / W_2 \times 100$$

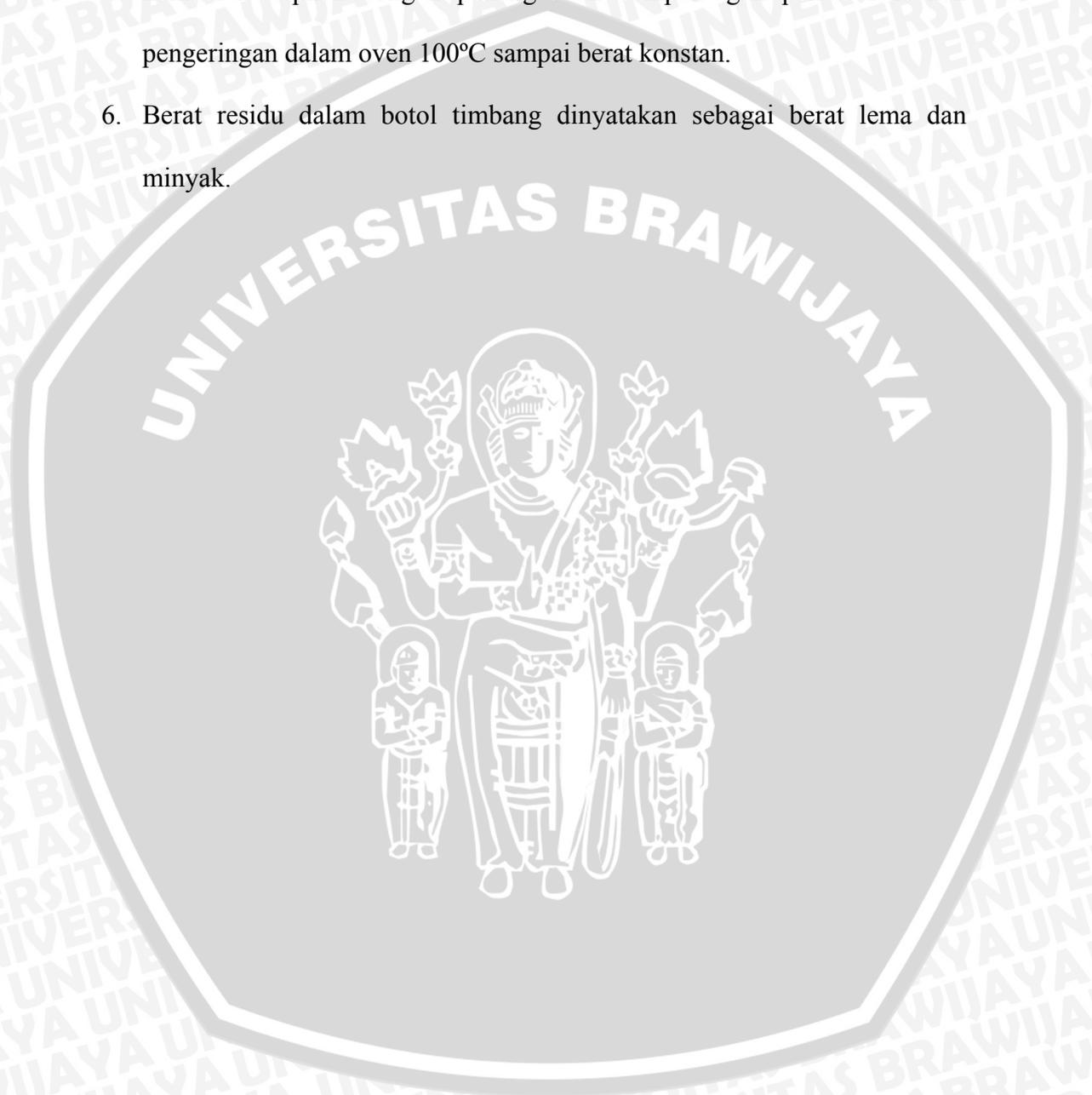
$$\text{Persen kadar air (basis basah)} = W_3 / W_1 \times 100$$

$$\text{Total padatan} = W_2 / W_1 \times 100$$

### c. Penentuan Kadar Lemak dengan Soxhlet

1. Timbang dengan teliti 2 g bahan yang telah dihaluskan (sebaiknya yang kering dan lewat 40 mesh).
2. Campur dengan pasir yang telah dipijarkan sebanyak 8 g dan masukkan ke dalam tabung ekstraksi soxhlet dalam thimble.
3. Alirkan air pendingin melalui kondensor.
4. Pasang tabung ekstraksi pada alat destilasi soxhlet dengan pelarut petroleum ether secukupnya selama 4 jam. Setelah residu dalam tabung diaduk, ekstraksi dilanjutkan lagi selama 2 jam dengan pelarut yang sama.

5. Petroleum ether yang telah mengandung ekstrak lemak dan minyak dipindahkan ke dalam botol timbang yang bersih dan diketahui beratnya kemudian uapkan dengan penangas air sampai agak pekat. Teruskan pengeringan dalam oven  $100^{\circ}\text{C}$  sampai berat konstan.
6. Berat residu dalam botol timbang dinyatakan sebagai berat lemak dan minyak.



**Lampiran 2. Lembar Uji Organoleptik Menggunakan *Line Scale***

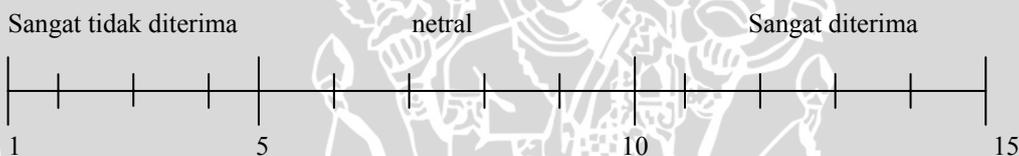
**Lembar Uji Panelis**

Tanggal : Jenis Produk : Keripik Apel

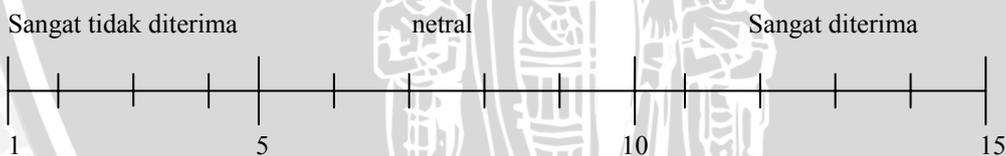
Nama Panelis : Sampel hari ke :

Dihadapan anda tersaji sampel keripik apel dan anda minta untuk memberikan penilaian sesuai dengan pernyataan yang disiapkan. Tentukanlah seberapa anda menerima karakteristik keripik apel dengan memberi tanda silang (x) pada skala yang anda anggap sesuai. Tuliskan juga komentar anda dan terima kasih atas penilaian yang anda berikan.

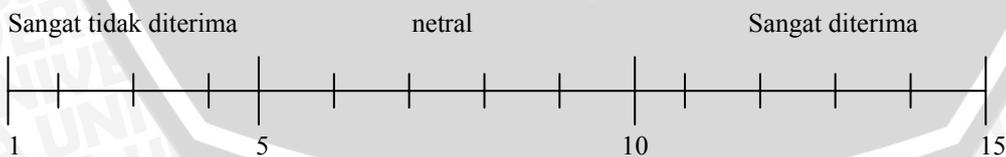
**Rasa**



**Aroma**



**Kerenyahan**



Dapat disampaikan bahwa keripik apel ini (.....) (a) Masih diterima (b) Ditolak

Pilihlah salah satu dengan menulis kode pada kolom tersedia

Komentar:.....



### Lampiran. 3. Hasil Uji Panelis Karakteristik Mutu Keripik Apel

Suhu 35°C

- Sebelum Penyimpanan

Panelis ke	Karakteristik			Keterangan
	Rasa	Aroma	Kerenyahan	
1	11	9	12	Masih Diterima
2	8.5	11	8.5	Masih Diterima
3	6	13	11	Masih Diterima
4	10	10	11	Masih Diterima
5	13	12	12	Masih Diterima
6	13	12	15	Masih Diterima
7	12	12	12	Masih Diterima
8	9.5	6.5	10.5	Masih Diterima
9	11	10	10.5	Masih Diterima
10	11.5	12	13	Masih Diterima
11	12.5	12	13	Masih Diterima
12	10	11	13	Masih Diterima
<b>Total</b>	<b>128</b>	<b>130.5</b>	<b>141.5</b>	
<b>Rerata</b>	<b>10.667</b>	<b>10.875</b>	<b>11.791</b>	

Keterangan : Nilai 0 – 5 = Sangat tidak diterima

Nilai > 5 – 10 = Netral

Nilai > 10 – 15 = Sangat diterima

#### Persentase Penerimaan Panelis

Nilai Karakteristik	Rasa (%)	Aroma (%)	Kerenyahan(%)
Nilai 0 – 5	0	0	0
Nilai >5 – 10	33,33	33,33	8,34
Nilai >10 - 15	66,67	66,67	91,67

➔ Secara keseluruhan, produk 100% masih diterima oleh konsumen.

• **Penyimpanan Minggu ke – 1**

Panelis ke	Karakteristik			Keterangan
	Rasa	Aroma	Kerenyahan	
1	9.5	6	10	Masih Diterima
2	12	12	11	Masih Diterima
3	9.5	10	9	Masih Diterima
4	6	8	8.5	Ditolak
5	9	11	12	Masih Diterima
6	12	12	14	Masih Diterima
7	7	7	8	Masih Diterima
8	9	9	9	Masih Diterima
9	6	11	9	Masih Diterima
10	9	9	9	Masih Diterima
11	13	10	11	Masih Diterima
12	8.5	7	9.5	Masih Diterima
<b>Total</b>	<b>110.5</b>	<b>112</b>	<b>120</b>	
<b>Rerata</b>	<b>9.208</b>	<b>9.333</b>	<b>10</b>	

Keterangan : Nilai 0 – 5 = Sangat tidak diterima

Nilai > 5 – 10 = Netral

Nilai > 10 – 15 = Sangat diterima

**Persentase Penerimaan Panelis**

Nilai Karakteristik	Rasa (%)	Aroma (%)	Kerenyahan(%)
Nilai 0 – 5	0	0	0
Nilai >5 – 10	75	66,67	66,67
Nilai >10 - 15	25	33,33	33,33

➔ Secara keseluruhan, sebanyak 8,34% panelis menolak keripik apel

• **Penyimpanan Minggu ke – 2**

Panelis ke	Karakteristik			Keterangan
	Rasa	Aroma	Kerenyahan	
1	8	6	14	Masih Diterima
2	6.5	8.5	7.5	Masih Diterima
3	6	4.5	8.5	Masih Diterima
5	12.5	12.5	12.5	Masih Diterima
6	10	12	9	Masih Diterima
7	11	11	8	Masih Diterima
8	4.5	6	7	Ditolak
9	9.5	10	11	Masih Diterima
10	8.5	7	9	Masih Diterima
11	4.5	6	6	Ditolak
12	6.5	8	8	Masih Diterima
<b>Total</b>	<b>87.5</b>	<b>91.5</b>	<b>100.5</b>	
<b>Rerata</b>	<b>7,292</b>	<b>7.625</b>	<b>8.375</b>	

Keterangan : Nilai 0 – 5 = Sangat tidak diterima

Nilai > 5 – 10 = Netral

Nilai > 10 – 15 = Sangat diterima

**Persentase Penerimaan Panelis**

Nilai Karakteristik	Rasa (%)	Aroma (%)	Kerenyahan(%)
Nilai 0 – 5	16,67	8,34	0
Nilai >5 – 10	66,67	66,67	75
Nilai >10 - 15	16,67	25	25

➔ Secara keseluruhan, pada penyimpanan minggu ke-2 sebanyak 16,67% panelis menolak keripik apel

• Penyimpanan Minggu ke – 3

Panelis ke	Karakteristik			Keterangan
	Rasa	Aroma	Kerenyahan	
1	6	6	7	Masih Diterima
2	5	5	4.5	Ditolak
3	6	6	6	Masih Diterima
4	4	5	8	Ditolak
5	6.5	7	7	Masih Diterima
6	6	8	8	Masih Diterima
7	9	8	7.5	Masih Diterima
8	5	7	11	Masih Diterima
9	6	7	10	Masih Diterima
10	5	5	9	Ditolak
11	11	10	9.5	Masih Diterima
12	13	10	10	Masih Diterima
<b>Total</b>	<b>82.5</b>	<b>84</b>	<b>97.5</b>	
<b>Rerata</b>	<b>6.875</b>	<b>7</b>	<b>8.125</b>	

Keterangan : Nilai 0 – 5 = Sangat tidak diterima

Nilai > 5 – 10 = Netral

Nilai > 10 – 15 = Sangat diterima

**Persentase Penerimaan Panelis**

Nilai Karakteristik	Rasa (%)	Aroma (%)	Kerenyahan(%)
Nilai 0 – 5	33,33	25	8,34
Nilai >5 – 10	50	75	83,33
Nilai >10 - 15	16,67	0	8,33

➔ Secara keseluruhan, pada penyimpanan minggu ke-3 sebanyak 25% panelis menolak keripik apel

• Penyimpanan Minggu ke – 4

Panelis ke	Karakteristik			Keterangan
	Rasa	Aroma	Kerenyahan	
1	10	7	11	Masih Diterima
2	8	6	7	Masih Diterima
3	5	6	7	Masih Diterima
4	6	7	7	Masih Diterima
5	4.5	5	6.5	Ditolak
6	3	4	7.5	Ditolak
7	8.5	8.5	9.5	Masih Diterima
8	7.5	6	6.5	Masih Diterima
9	6.5	8	5.5	Ditolak
10	7	7	7.5	Masih Diterima
11	6	6.5	7.5	Masih Diterima
12	8	8	10	Masih Diterima
<b>Total</b>	<b>80</b>	<b>79</b>	<b>92.5</b>	
<b>Rerata</b>	<b>6.667</b>	<b>6.583</b>	<b>7.708</b>	

Keterangan : Nilai 0 – 5 = Sangat tidak diterima

Nilai > 5 – 10 = Netral

Nilai > 10 – 15 = Sangat diterima

**Persentase Penerimaan Panelis**

Nilai Karakteristik	Rasa (%)	Aroma (%)	Kerenyahan(%)
Nilai 0 – 5	25	16,67	0
Nilai >5 – 10	75	83,33	91,67
Nilai >10 - 15	0	0	8,33

➔ Secara keseluruhan, pada penyimpanan minggu ke-4 sebanyak 25% panelis menolak keripik apel

• Penyimpanan Minggu ke – 5

Panelis ke	Karakteristik			Keterangan
	Rasa	Aroma	Kerenyahan	
1	4	5	7.5	Masih Diterima
2	5	6	7.5	Masih Diterima
3	3	8	5	Ditolak
4	2	1	4	Ditolak
5	7.5	7.5	5.5	Masih Diterima
6	7	6	6	Masih Diterima
7	10	9	14	Masih Diterima
8	8	7	8	Masih Diterima
9	6	5	6	Masih Diterima
10	6	5	7	Ditolak
11	4.5	5	6.5	Ditolak
12	3	4.5	6.5	Ditolak
<b>Total</b>	<b>66</b>	<b>69</b>	<b>83.5</b>	
<b>Rerata</b>	<b>5.5</b>	<b>5.75</b>	<b>6.985</b>	

Keterangan : Nilai 0 – 5 = Sangat tidak diterima

Nilai > 5 – 10 = Netral

Nilai > 10 – 15 = Sangat diterima

**Persentase Penerimaan Panelis**

Nilai Karakteristik	Rasa (%)	Aroma (%)	Kerenyahan(%)
Nilai 0 – 5	50	50	16,67
Nilai >5 – 10	50	50	75
Nilai >10 - 15	0	0	8,33

➔ Secara keseluruhan, pada penyimpanan minggu ke-5 sebanyak 41,67% panelis menolak keripik apel



• Penyimpanan Minggu ke – 6

Panelis ke	Karakteristik			Keterangan
	Rasa	Aroma	Kerenyahan	
1	5	5	7	Ditolak
2	4.5	5	5.5	Ditolak
3	6	6	6	Masih Diterima
4	2	2	5.5	Ditolak
5	5	6.5	7.5	Masih Diterima
6	6	7	8	Masih Diterima
7	6	6	6	Masih Diterima
8	2	2	5.5	Ditolak
9	1	3	6	Ditolak
10	1.5	3	5	Ditolak
11	4.5	6	7.5	Ditolak
12	3	3.5	6.5	Ditolak
<b>Total</b>	<b>49.5</b>	<b>58</b>	<b>80.5</b>	
<b>Rerata</b>	<b>4.125</b>	<b>4.833</b>	<b>6.708</b>	

Keterangan : Nilai 0 – 5 = Sangat tidak diterima

Nilai > 5 – 10 = Netral

Nilai > 10 – 15 = Sangat diterima

**Persentase Penerimaan Panelis**

Nilai Karakteristik	Rasa (%)	Aroma (%)	Kerenyahan(%)
Nilai 0 – 5	75	58,33	8,33
Nilai >5 – 10	25	41,67	91,67
Nilai >10 - 15	0	0	0

➔ Secara keseluruhan, pada penyimpanan minggu ke-6 sebanyak 58,33% panelis menolak keripik apel



### Suhu 40°C

#### • Sebelum Penyimpanan

Panelis ke	Karakteristik			Keterangan
	Rasa	Aroma	Kerenyahan	
1	11	9	12	Masih Diterima
2	8.5	11	8.5	Masih Diterima
3	6	13	11	Masih Diterima
4	10	10	11	Masih Diterima
5	13	12	12	Masih Diterima
6	13	12	15	Masih Diterima
7	12	12	12	Masih Diterima
8	9.5	6.5	10.5	Masih Diterima
9	11	10	10.5	Masih Diterima
10	11.5	12	13	Masih Diterima
11	12.5	12	13	Masih Diterima
12	10	11	13	Masih Diterima
<b>Total</b>	<b>128</b>	<b>130.5</b>	<b>141.5</b>	
<b>Rerata</b>	<b>10.667</b>	<b>10.875</b>	<b>11.791</b>	

Keterangan : Nilai 0 – 5 = Sangat tidak diterima

Nilai > 5 – 10 = Netral

Nilai > 10 – 15 = Sangat diterima

#### Persentase Penerimaan Panelis

Nilai Karakteristik	Rasa (%)	Aroma (%)	Kerenyahan(%)
Nilai 0 – 5	0	0	0
Nilai >5 – 10	33,33	33,33	8,33
Nilai >10 - 15	66,67	66,67	91,67

➔ Secara keseluruhan, pada awal penyimpanan keripik apel 100% masih diterima oleh konsumen.

• Penyimpanan Minggu ke – 1

Panelis ke	Karakteristik			Keterangan
	Rasa	Aroma	Kerenyahan	
1	11	8.5	9.5	Masih Diterima
2	9.5	10	10	Masih Diterima
3	9	11	12	Masih Diterima
4	12	12	14	Masih Diterima
5	9.5	8	10.5	Masih Diterima
6	7	9	11	Masih Diterima
7	6	6	7.5	Ditolak
8	9	9.5	10	Masih Diterima
9	10	12	12	Masih Diterima
10	6.5	6.5	8	Ditolak
11	11	12.5	10	Masih Diterima
12	11.5	10	12	Masih Diterima
<b>Total</b>	<b>112</b>	<b>115</b>	<b>126.5</b>	
<b>Rerata</b>	<b>9.333</b>	<b>9.583</b>	<b>10.542</b>	

Keterangan : Nilai 0 – 5 = Sangat tidak diterima

Nilai > 5 – 10 = Netral

Nilai > 10 – 15 = Sangat diterima

**Persentase Penerimaan Panelis**

Nilai Karakteristik	Rasa (%)	Aroma (%)	Kerenyahan(%)
Nilai 0 – 5	0	0	0
Nilai >5 – 10	66,67	66,67	58,33
Nilai >10 - 15	33,33	33,33	41,67

➔ Secara keseluruhan, pada penyimpanan minggu pertama sebanyak 16,67% panelis menolak keripik apel

• Penyimpanan Minggu ke – 2

Panelis ke	Karakteristik			Keterangan
	Rasa	Aroma	Kerenyahan	
1	6	5	10	Masih diterima
2	5	5	8	Masih diterima
3	6	6	7	Ditolak
4	7.5	12.5	11.5	Masih diterima
5	10	8	9	Masih diterima
6	13	10	9	Masih diterima
7	8	7	9.5	Masih diterima
8	12	11	10	Masih diterima
9	6	8	8	Ditolak
10	7.5	6	8.5	Masih diterima
11	6	8	6	Ditolak
12	9.5	7	10	Masih diterima
<b>Total</b>	<b>96.5</b>	<b>93.5</b>	<b>106.5</b>	
<b>Rerata</b>	<b>8.042</b>	<b>7.792</b>	<b>8.875</b>	

Keterangan : Nilai 0 – 5 = Sangat tidak diterima

Nilai > 5 – 10 = Netral

Nilai > 10 – 15 = Sangat diterima

**Persentase Penerimaan Panelis**

Nilai Karakteristik	Rasa (%)	Aroma (%)	Kerenyahan(%)
Nilai 0 – 5	8,33	16,67	0
Nilai >5 – 10	75	66,67	91,67
Nilai >10 - 15	16,67	16,67	8,33

➔ Secara keseluruhan, sebanyak 25% panelis menolak keripik apel

• Penyimpanan Minggu ke – 3

Panelis ke	Karakteristik			Keterangan
	Rasa	Aroma	Kerenyahan	
1	8	6	9	Masih Diterima
2	6	7	8.5	Masih Diterima
3	5	6	6	Ditolak
4	9	9	7	Masih Diterima
5	4.5	5	6.5	Ditolak
6	8	7	7.5	Masih Diterima
7	7	8	7	Masih Diterima
8	6	6	7.5	Ditolak
9	8	9.5	10	Masih Diterima
10	10	12	12	Masih Diterima
11	7	6	9	Masih Diterima
12	7	7	8	Masih Diterima
<b>Total</b>	<b>85.5</b>	<b>88.5</b>	<b>98</b>	
<b>Rerata</b>	<b>7.125</b>	<b>7.375</b>	<b>8.167</b>	

Keterangan : Nilai 0 – 5 = Sangat tidak diterima

Nilai > 5 – 10 = Netral

Nilai > 10 – 15 = Sangat diterima

**Persentase Penerimaan Panelis**

Nilai Karakteristik	Rasa (%)	Aroma (%)	Kerenyahan(%)
Nilai 0 – 5	16,67	8,33	0
Nilai >5 – 10	83,33	83,33	91,67
Nilai >10 - 15	0	8,33	8,33

➔ Secara keseluruhan, pada penyimpanan minggu ke-3 sebanyak 25% panelis menolak keripik apel

• Penyimpanan Minggu ke – 4

Panelis ke	Karakteristik			Keterangan
	Rasa	Aroma	Kerenyahan	
1	6	7	9	Masih Diterima
2	7	6	9	Ditolak
3	7	6	6	Masih Diterima
4	6	5	7	Ditolak
5	6	8	7	Masih diterima
6	7.5	6	9.5	Masih diterima
7	5	5	6.5	Ditolak
8	6	8	6	Ditolak
9	7	7	9	Masih Diterima
10	5	6.5	10	Masih Diterima
11	8	7.5	8.5	Masih Diterima
12	7	7	8	Masih Diterima
<b>Total</b>	<b>77.5</b>	<b>79</b>	<b>95.5</b>	
<b>Rerata</b>	<b>6.458</b>	<b>6.583</b>	<b>7.958</b>	

Keterangan : Nilai 0 – 5 = Sangat tidak diterima

Nilai > 5 – 10 = Netral

Nilai > 10 – 15 = Sangat diterima

**Persentase Penerimaan Panelis**

Nilai Karakteristik	Rasa (%)	Aroma (%)	Kerenyahan(%)
Nilai 0 – 5	16,67	16,67	0
Nilai >5 – 10	83,33	83,33	100
Nilai >10 - 15	0	0	0

➔ Secara keseluruhan, pada penyimpanan minggu ke-4 sebanyak 33,33% panelis menolak keripik apel

• Penyimpanan Minggu ke – 5

Panelis ke	Karakteristik			Keterangan
	Rasa	Aroma	Kerenyahan	
1	2	3	5	Ditolak
2	9.5	7.5	8.5	Masih Diterima
3	9	5	15	Masih Diterima
4	7	8	7	Masih Diterima
5	4.5	5	7	Ditolak
6	3.5	4.5	5	Ditolak
7	6	6.5	9	Masih Diterima
8	6.5	7	8	Masih Diterima
9	6.5	7	5	Masih Diterima
10	5.5	5.5	6	Ditolak
11	6	7	6.5	Masih Diterima
12	5	8	7	Masih Diterima
<b>Total</b>	<b>71</b>	<b>74</b>	<b>89</b>	
<b>Rerata</b>	<b>5.917</b>	<b>6.167</b>	<b>7.416</b>	

Keterangan : Nilai 0 – 5 = Sangat tidak diterima

Nilai > 5 – 10 = Netral

Nilai > 10 – 15 = Sangat diterima

**Persentase Penerimaan Panelis**

Nilai Karakteristik	Rasa (%)	Aroma (%)	Kerenyahan(%)
Nilai 0 – 5	33,33	33,33	25
Nilai >5 – 10	66,67	66,67	66,67
Nilai >10 - 15	0	0	8,33

➔ Secara keseluruhan, pada penyimpanan minggu ke-5 sebanyak 33,33% panelis menolak keripik apel

• Penyimpanan Minggu ke – 6

Panelis ke	Karakteristik			Keterangan
	Rasa	Aroma	Kerenyahan	
1	5.5	6	8	Masih Diterima
2	5	5	7	Ditolak
3	6	6	9	Masih Diterima
4	5	5	8	Masih Diterima
5	4	7	7	Ditolak
6	2	1	6.5	Ditolak
7	1	2	1.5	Ditolak
8	6	6	6	Masih Diterima
9	7.5	5.5	8	Masih Diterima
10	5	6	6.5	Ditolak
11	6	4.5	6	Ditolak
12	6.5	7	7.5	Masih Diterima
<b>Total</b>	<b>59.5</b>	<b>61</b>	<b>81</b>	
<b>Rerata</b>	<b>4.958</b>	<b>5.083</b>	<b>6.75</b>	

Keterangan : Nilai 0 – 5 = Sangat tidak diterima

Nilai > 5 – 10 = Netral

Nilai > 10 – 15 = Sangat diterima

**Persentase Penerimaan Panelis**

Nilai Karakteristik	Rasa (%)	Aroma (%)	Kerenyahan(%)
Nilai 0 – 5	50	41,67	8.33
Nilai >5 – 10	50	58,33	91.67
Nilai >10 - 15	0	0	0

➔ Secara keseluruhan, pada akhir penyimpanan minggu ke-6 sebanyak 50% panelis menolak keripik apel



### Suhu 45°C

Panelis ke	Karakteristik			Keterangan
	Rasa	Aroma	Kerenyahan	
1	11	9	12	Masih Diterima
2	8.5	11	8.5	Masih Diterima
3	6	13	11	Masih Diterima
4	10	10	11	Masih Diterima
5	13	12	12	Masih Diterima
6	13	12	15	Masih Diterima
7	12	12	12	Masih Diterima
8	9.5	6.5	10.5	Masih Diterima
9	11	10	10.5	Masih Diterima
10	11.5	12	13	Masih Diterima
11	12.5	12	13	Masih Diterima
12	10	11	13	Masih Diterima
<b>Total</b>	<b>128</b>	<b>130.5</b>	<b>141.5</b>	
<b>Rerata</b>	<b>10.667</b>	<b>10.875</b>	<b>11.791</b>	

#### • **Sebelum Penyimpanan**

Keterangan : Nilai 0 – 5 = Sangat tidak diterima

Nilai > 5 – 10 = Netral

Nilai > 10 – 15 = Sangat diterima

#### Persentase Penerimaan Panelis

Nilai Karakteristik	Rasa (%)	Aroma (%)	Kerenyahan(%)
Nilai 0 – 5	0	0	0
Nilai >5 – 10	33,33	33,33	8,33
Nilai >10 - 15	66,67	66,67	91,67

➔ Secara keseluruhan, pada awal penyimpanan keripik apel 100% masih diterima oleh konsumen.

• **Penyimpanan Minggu ke – 1**

Panelis ke	Karakteristik			Keterangan
	Rasa	Aroma	Kerenyahan	
1	9	8.5	8	Masih Diterima
2	13	10	11.5	Masih diterima
3	8	7	12	Masih diterima
4	12	11	10	Masih diterima
5	6	8	10	Masih diterima
6	7.5	6	6	Masih diterima
7	5	5	6.5	Ditolak
8	6	8	6	Ditolak
9	8	9.5	9	Masih diterima
10	13	14	12	Masih Diterima
11	9.5	6	12	Masih Diterima
12	10	7.5	13	Masih Diterima
<b>Total</b>	<b>107</b>	<b>100.5</b>	<b>116</b>	
<b>Rerata</b>	<b>8.917</b>	<b>8.375</b>	<b>9.667</b>	

Keterangan : Nilai 0 – 5 = Sangat tidak diterima

Nilai > 5 – 10 = Netral

Nilai > 10 – 15 = Sangat diterima

**Persentase Penerimaan Panelis**

Nilai Karakteristik	Rasa (%)	Aroma (%)	Kerenyahan(%)
Nilai 0 – 5	8,33	8,33	0
Nilai >5 – 10	66,67	75	58,33
Nilai >10 - 15	25	16,67	41,67

➔ Secara keseluruhan, pada penyimpanan minggu pertama sebanyak 16,67% panelis menolak keripik apel



• Penyimpanan Minggu ke – 2

Panelis ke	Karakteristik			Keterangan
	Rasa	Aroma	Kerenyahan	
1	5	5	13	Ditolak
2	13	11	13	Masih Diterima
3	10	8	10	Masih Diterima
4	10	11	12	Masih Diterima
5	8	7	9	Masih Diterima
6	7	7	5	Masih Diterima
7	5	5	6	Ditolak
8	11	8	13	Masih Diterima
9	11	11	11	Masih Diterima
10	8	9.5	10	Masih Diterima
11	10	12	12	Masih Diterima
12	4	5	4.5	Ditolak
<b>Total</b>	<b>102</b>	<b>99.5</b>	<b>118.5</b>	
<b>Rerata</b>	<b>8.5</b>	<b>8.292</b>	<b>9.875</b>	

Keterangan : Nilai 0 – 5 = Sangat tidak diterima

Nilai > 5 – 10 = Netral

Nilai > 10 – 15 = Sangat diterima

**Persentase Penerimaan Panelis**

Nilai Karakteristik	Rasa (%)	Aroma (%)	Kerenyahan(%)
Nilai 0 – 5	25	25	16,67
Nilai >5 – 10	50	41,67	33,33
Nilai >10 - 15	25	33,33	50

➔ Secara keseluruhan, pada penyimpanan minggu ke-2 sebanyak 25% panelis menolak keripik apel

• Penyimpanan Minggu ke – 3

Panelis ke	Karakteristik			Keterangan
	Rasa	Aroma	Kerenyahan	
1	7.5	7.5	5.5	Masih Diterima
2	9.5	7	9	Masih Diterima
3	10	9	14	Masih Diterima
4	8	7	8	Masih Diterima
5	7.5	6	9	Masih Diterima
6	6	6	4	Ditolak
7	4.5	5	6.5	Ditolak
8	4.5	4	7	Ditolak
9	8	6.5	5.5	Masih Diterima
10	6.5	7	8	Masih Diterima
11	5.5	5.5	7.5	Ditolak
12	8	5.5	9	Masih Diterima
<b>Total</b>	<b>85.5</b>	<b>76</b>	<b>93</b>	
<b>Rerata</b>	<b>7.125</b>	<b>6.333</b>	<b>7.75</b>	

Keterangan : Nilai 0 – 5 = Sangat tidak diterima

Nilai > 5 – 10 = Netral

Nilai > 10 – 15 = Sangat diterima

**Persentase Penerimaan Panelis**

Nilai Karakteristik	Rasa (%)	Aroma (%)	Kerenyahan(%)
Nilai 0 – 5	16,67	16,67	8,33
Nilai >5 – 10	83,33	83,33	83,33
Nilai >10 - 15	0	0	8,33

➔ Secara keseluruhan, pada penyimpanan minggu ke-3 sebanyak 33,33% panelis menolak keripik apel



• Penyimpanan Minggu ke – 4

Panelis ke	Karakteristik			Keterangan
	Rasa	Aroma	Kerenyahan	
1	5	5	10	Ditolak
2	6	6	9.5	Masih Diterima
3	7	5.5	6	Masih Diterima
4	6	7	8.5	Masih Diterima
5	3	1	5.5	Ditolak
6	6.5	5	6	Masih Diterima
7	5	5	5	Masih Diterima
8	5.5	5	6.5	Ditolak
9	2	2.5	4.5	Ditolak
10	5.5	6	9	Masih Diterima
11	4.5	5	8	Ditolak
12	5	6	6.5	Ditolak
<b>Total</b>	<b>61</b>	<b>59</b>	<b>85</b>	
<b>Rerata</b>	<b>5.083</b>	<b>4.917</b>	<b>7.083</b>	

Keterangan : Nilai 0 – 5 = Sangat tidak diterima

Nilai > 5 – 10 = Netral

Nilai > 10 – 15 = Sangat diterima

**Persentase Penerimaan Panelis**

Nilai Karakteristik	Rasa (%)	Aroma (%)	Kerenyahan(%)
Nilai 0 – 5	50	58,33	16,67
Nilai >5 – 10	50	41,67	83,33
Nilai >10 - 15	0	0	0

➔ Secara keseluruhan, pada penyimpanan minggu ke-4 sebanyak 50% panelis menolak keripik apel

• Penyimpanan Minggu ke – 5

Panelis ke	Karakteristik			Keterangan
	Rasa	Aroma	Kerenyahan	
1	4	7	7.5	Ditolak
2	4.5	1	6	Ditolak
3	8.5	5.5	5.5	Masih Diterima
4	6	6	8	Ditolak
5	5	5	6	Masih Diterima
6	6	4	7	Masih Diterima
7	5	5	6	Ditolak
8	5	6.5	6	Masih Diterima
9	5	6	6.5	Ditolak
10	5	4	7	Ditolak
11	2.5	3.5	6.5	Ditolak
12	1	2.5	4.5	Ditolak
<b>Total</b>	<b>57.5</b>	<b>56</b>	<b>76.5</b>	
<b>Rerata</b>	<b>4.791</b>	<b>4.667</b>	<b>6.375</b>	

Keterangan : Nilai 0 – 5 = Sangat tidak diterima

Nilai > 5 – 10 = Netral

Nilai > 10 – 15 = Sangat diterima

**Persentase Penerimaan Panelis**

Nilai Karakteristik	Rasa (%)	Aroma (%)	Kerenyahan(%)
Nilai 0 – 5	75	58,33	25
Nilai >5 – 10	25	41,67	75
Nilai >10 - 15	0	0	0

➔ Secara keseluruhan, pada penyimpanan minggu ke-5 sebanyak 66,67% panelis menolak keripik apel



• **Penyimpanan Minggu ke – 6**

Panelis ke	Karakteristik			Keterangan
	Rasa	Aroma	Kerenyahan	
1	4	4	4.5	Ditolak
2	1	1	4.5	Ditolak
3	2	2	2.5	Ditolak
4	5.5	4.5	6.5	Ditolak
5	5	5	8	Ditolak
6	5	6	7.5	Masih Diterima
7	4.5	3.5	7	Ditolak
8	3.5	3.5	6.5	Ditolak
9	5.5	6	8	Masih Diterima
10	2.5	3.5	5	Ditolak
11	4.5	4	6.5	Ditolak
12	2.5	3.5	6	Ditolak
<b>Total</b>	<b>45.5</b>	<b>46.5</b>	<b>72.5</b>	
<b>Rerata</b>	<b>3.792</b>	<b>3.875</b>	<b>6.042</b>	

Keterangan : Nilai 0 – 5 = Sangat tidak diterima

Nilai > 5 – 10 = Netral

Nilai > 10 – 15 = Sangat diterima

**Persentase Penerimaan Panelis**

Nilai Karakteristik	Rasa (%)	Aroma (%)	Kerenyahan(%)
Nilai 0 – 5	83,33	83,33	33,33
Nilai >5 – 10	16,67	16,67	66,67
Nilai >10 - 15	0	0	0

➔ Secara keseluruhan, pada akhir penyimpanan minggu ke-6 sebanyak 83,33% panelis menolak keripik apel



#### Lampiran 4. Data Pengamatan Nilai FFA Keripik Apel

- Data Pengamatan Nilai Asam Lemak Bebas (FFA) Keripik Apel pada Suhu 35°C

Minggu ke	Ulangan			Rerata
	1	2	3	
0	0,985	1,108	1,108	1,049
1	1,298	1,181	1,115	1,198
2	1,222	1,244	1,249	1,238
3	1,284	1,288	1,307	1,293
4	1,849	1,645	1,701	1,732
5	2,199	1,828	1,83	1,952
6	2,027	2,725	2,487	2,428

- Data Pengamatan Nilai Asam Lemak Bebas (FFA) Keripik Apel pada Suhu 40°C

Minggu ke	Ulangan			Rerata
	1	2	3	
0	0,985	1,056	1,108	1,049
1	1,159	1,519	1,29	1,323
2	1,209	1,244	1,556	1,336
3	1,608	1,556	1,375	1,513
4	1,887	1,551	1,702	1,713
5	2,283	2,147	2,144	2,191
6	2,375	2,411	2,37	2,385

- Data Pengamatan Nilai Asam Lemak Bebas (FFA) Keripik Apel pada Suhu 45°C

Minggu ke	Ulangan			Rerata
	1	2	3	
0	0,985	1,056	1,108	1,049
1	1,29	1,316	1,294	1,3
2	1,346	1,301	1,359	1,335
3	1,806	1,566	1,251	1,541
4	1,456	1,988	1,568	1,671
5	1,37	2,329	2,304	2,001
6	2,27	2,538	2,174	2,327

**Lampiran 5. Data Pengamatan Nilai Kadar Air Keripik Apel**

- Data Pengamatan Nilai Kadar Air Keripik Apel pada Suhu 35°C

Minggu ke	Ulangan			Rerata
	1	2	3	
0	4,205	4,218	4,186	4,214
1	4,069	4,469	3,995	4,177
2	3,65	3,499	3,986	3,712
3	3,459	3,377	3,259	3,365
4	3,548	3,128	2,978	3,218
5	2,809	3,108	3,062	2,993
6	2,227	3,129	2,359	2,572

- Data Pengamatan Nilai Kadar Air Keripik Apel pada Suhu 40°C

Minggu ke	Ulangan			Rerata
	1	2	3	
0	4,205	4,218	4,186	4,214
1	3,964	4,21	3,659	3,944
2	3,605	3,242	3,443	3,43
3	3,462	3,098	3,63	3,396
4	3,279	3,264	3,211	3,251
5	2,405	2,501	3,914	2,94
6	3,368	2,365	2,263	2,665

- Data Pengamatan Nilai Kadar Air Keripik Apel pada Suhu 45°C

Minggu ke	Ulangan			Rerata
	1	2	3	
0	4,205	4,218	4,186	4,214
1	4,038	4,179	3,851	4,022
2	3,986	3,402	3,792	3,726
3	3,577	3,292	3,835	3,568
4	3,773	3,127	3,462	3,454
5	2,988	3,177	3,017	3,044
6	2,473	3,127	3,262	2,954



## Lampiran. 6. Data Penyusutan Berat Keripik Apel

- **Data Penyusutan Berat Keripik Apel Pada Suhu 35°C**

Minggu ke	Ulangan			Rerata
	1	2	3	
0	60,3	60,3	60,3	60,3
1	59	59,7	58	58,9
2	58	58	60	58,7
3	55,9	56,3	55,8	56
4	56	57	55	56
5	55	56	55,7	55,6
6	56	55,3	55	55,4

Pada akhir penyimpanan suhu 35°C, berat keripik apel menyusut sebanyak 8,13%

- **Data Penyusutan Berat Keripik Apel Pada Suhu 40°C**

Minggu ke	Ulangan			Rerata
	1	2	3	
0	60,3	60,3	60,3	60,3
1	58,9	58,2	58,4	58,5
2	56	57	58	57
3	55,6	58	55,7	56,43
4	56,8	56,41	56,22	56,47
5	55,5	55,3	55,5	55,43
6	55,7	55,4	54,5	55,2

Pada akhir penyimpanan suhu 40°C, berat keripik apel menyusut sebanyak 8,46%

- **Data Penyusutan Berat Keripik Apel Pada Suhu 45°C**

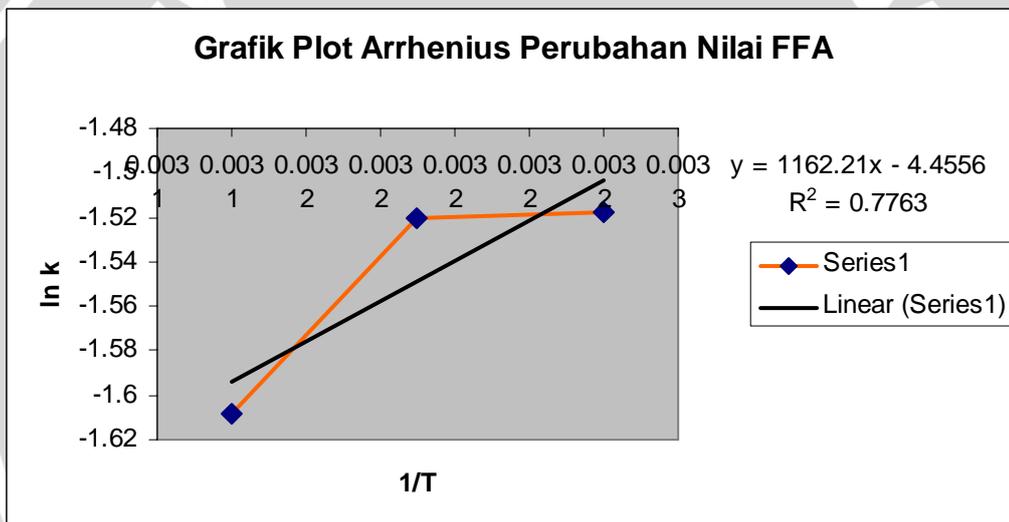
Minggu ke	Ulangan			Rerata
	1	2	3	
0	60,3	60,3	60,3	60,3
1	57,8	57,9	58,4	58,35
2	57	56	58	57
3	56,7	56,05	56,6	56,45
4	56,08	55,71	55,7	55,83
5	55,8	55,7	55,7	55,7
6	55,6	54,4	55,3	55,1

Pada akhir penyimpanan suhu 45°C, berat keripik apel menyusut sebanyak 8,62%

**Lampiran. 7. Perhitungan Nilai Energi Aktivasi Keripik Apel Berdasarkan Parameter Asam Lemak Bebas (FFA)**

Persamaan regresi linier peningkatan nilai asam lemak bebas (FFA) pada tiga kondisi suhu penyimpanan adalah sebagai berikut :

- Suhu 308°K  $Y = 0,2193x + 0,742$   $R^2 = 0,8951$   $r = 0,9461$
- Suhu 313°K  $Y = 0,2186x + 0,7699$   $R^2 = 0,9409$   $r = 0,9700$
- Suhu 318°K  $Y = 0,2002x + 0,8074$   $R^2 = 0,9614$   $r = 0,9805$



- Perhitungan Energi Aktivasi Menggunakan Model Arrhenius

$$Y = 1162,21x - 4,4556$$

$$Y = a \pm bx$$

$$Y = -4,4556 + 1162,21x$$

$$E/R = b = 1162,21$$

$$R = 1,986 \text{ kal/mol}$$

$$E = 1,986 \times 1162,21 \text{ kal/mol}$$

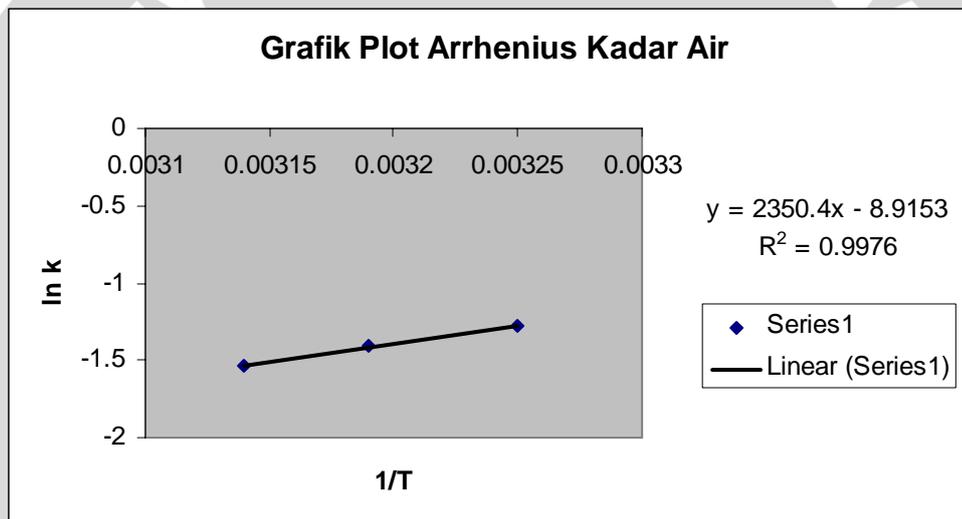
$$= 2306,163 \text{ kal/mol}$$

Jadi, energi peningkatan nilai asam lemak bebas pada keripik apel sebesar 2306,163 kal/mol.

## Lampiran. 8. Perhitungan Nilai Energi Aktivasi Keripik Apel Berdasarkan Parameter Kadar Air

Persamaan regresi linier penurunan nilai kadar air pada tiga kondisi penyimpanan adalah sebagai berikut :

- Suhu 308°K  $Y = -0,2781x + 4,577$   $R^2 = 0,9757$   $r = 0,9878$
- Suhu 313°K  $Y = -0,2441x + 4,382$   $R^2 = 0,9623$   $r = 0,9809$
- Suhu 318°K  $Y = -0,2146x + 4,4271$   $R^2 = 0,9819$   $r = 0,9909$



- Perhitungan Energi Aktivasi Menggunakan Model Arrhenius

$$Y = 2350,4x - 8,9153$$

$$Y = a \pm bx$$

$$Y = -8,9153 + 2350,4x$$

$$E/R = b = 2350,4$$

$$R = 1,986 \text{ kal/mol}$$

$$E = 1,986 \times 2350,4$$

$$E = 4667,8944 \text{ kal/mol}$$

Jadi energi penurunan nilai kadar air keripik apel pada tiga kondisi suhu penyimpanan sebesar 4667,8944 kal/mol

**Lampiran. 9. Perhitungan Umur Simpan Keripik Apel Berdasarkan Parameter Asam Lemak Bebas (FFA)**

- Energi aktivasi peningkatan nilai asam lemak bebas (FFA) adalah sebesar 2306,163 kal/mol.
- Karena terjadi peningkatan nilai asam lemak bebas, maka perhitungan umur simpan keripik apel berdasarkan parameter asam lemak bebas menggunakan orde reaksi nol dengan rumus:

$$t = \frac{(A_t - A_o)}{k}$$

Nilai  $A_o = 1,049 \%$

Nilai  $A_t = 7,5654 \%$

Nilai  $E_a = 2306,163 \text{ kal/mol}$

**a. Pada Penyimpanan Suhu 20°C (293°K)**

$$\begin{aligned} \ln k &= \ln [A] - E_a / RT \\ &= \ln [-4,4556] - 2306,163 / 1,986 \times 293 \\ &= 0,01161 - 2306,163 / 581,89 \\ &= 0,01161 - 3,96323 \\ &= -3,95162 \\ k &= 0,01922 \\ t &= \frac{(A_t - A_o)}{k} \\ &= \frac{7,5654 - 1,049}{0,01922} \\ &= 339,04 \text{ hari} \approx 339 \text{ hari} \\ &= 11 \text{ bulan } 9 \text{ hari} \end{aligned}$$

**b. Pada Penyimpanan Suhu 27°C (300°K)**

$$\begin{aligned} \ln k &= \ln [A] - E_a / R/T \\ &= \ln [-4,4556] - 2306,163 / 1,986 \times 300 \\ &= 0,01161 - 2306,163 / 595,8 \\ &= 0,01161 - 3,87069 \\ &= -3,85908 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 k &= 0,02108 \\
 t &= \frac{(A_t - A_o)}{k} \\
 &= \frac{7,5654 - 1,049}{0,02108} \\
 &= 309,13 \text{ hari} \approx 309 \text{ hari} \\
 &= 10 \text{ bulan } 9 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

**c. Pada Penyimpanan Suhu 33°C (306°K)**

$$\begin{aligned}
 \ln k &= \ln [A] - E_a / RT \\
 &= \ln [-4,4556] - 2306,163 / 1,986 \times 306 \\
 &= 0,01161 - 2306,163 / 607,716 \\
 &= 0,01161 - 3,79481 \\
 &= -3,7832
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 k &= 0,02275 \\
 t &= \frac{(A_t - A_o)}{k} \\
 &= \frac{7,5654 - 1,049}{0,02275} \\
 &= 286,44 \text{ hari} \approx 286 \text{ hari} \\
 &= 9 \text{ bulan } 16 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

**d. Pada Penyimpanan Suhu 35°C (308°K)**

$$\begin{aligned}
 \ln k &= \ln [A] - E_a / RT \\
 &= \ln [-4,4556] - 2306,163 / 1,986 \times 308 \\
 &= 0,01161 - 2306,163 / 611,688 \\
 &= 0,01161 - 3,77016 \\
 &= -3,75855
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 k &= 0,02332 \\
 t &= \frac{(A_t - A_o)}{k} \\
 &= \frac{7,5654 - 1,049}{0,02332} \\
 &= 279,4 \text{ hari} \approx 279 \text{ hari} \\
 &= 9 \text{ bulan } 9 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

**e. Pada Penyimpanan Suhu 40°C (313°K)**

$$\begin{aligned}
 \ln k &= \ln [A] - E_a / RT \\
 &= \ln [-4,4556] - 2306,163 / 1,986 \times 313 \\
 &= 0,01161 - 2306,163 / 621,618 \\
 &= 0,01161 - 3,70994 \\
 &= -3,69833 \\
 k &= 0,02476 \\
 t &= \frac{(A_t - A_o)}{k} \\
 &= \frac{7,5654 - 1,049}{0,02476} \\
 &= 263,2 \text{ hari} \approx 263 \text{ hari} \\
 &= 8 \text{ bulan } 23 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

**f. Pada Penyimpanan Suhu 45°C (318°K)**

$$\begin{aligned}
 \ln k &= \ln [A] - E_a / RT \\
 &= \ln [-4,4556] - 2306,163 / 1,986 \times 318 \\
 &= 0,01161 - 2306,163 / 631,548 \\
 &= 0,01161 - 3,65161 \\
 &= -3,64 \\
 k &= 0,02625 \\
 t &= \frac{(A_t - A_o)}{k} \\
 &= \frac{7,5654 - 1,049}{0,02625} \\
 &= 248,24 \text{ hari} \approx 248 \text{ hari} \\
 &= 8 \text{ bulan } 8 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

**Lampiran.10. Perbandingan Perubahan Warna Keripik Apel Pada Tiga Kondisi Suhu Penyimpanan**

**a. Pada Penyimpanan Suhu 35°C**



Minggu ke-0



Minggu ke 2



Minggu ke 6

**b. Pada Penyimpanan Suhu 40°C**



Minggu ke-0

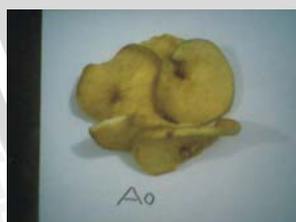


Minggu ke 2



Minggu ke 6

**c. Pada Penyimpanan Suhu 45°C**



Minggu ke 0



Minggu ke 2



Minggu ke 6

