

**PENDUGAAN UMUR SIMPAN KRIPIK SINGKONG
MENGUNAKAN METODE *ACCELERATED SHELF
LIFE TEST* (ASLT) MODEL ARRHENIUS**

(Tesis)

Oleh

NURSITI



**PROGRAM PASCASARJANA
TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

ABSTRACT

SHELF LIFE PREDICTION OF CASSAVA CHIPS USING ACCELERATED SHELF LIFE TESTING (ASLT) METHOD BY ARRHENIUS EQUATION APPROACH

By

NURSITI

Naturally, food products will experience the decreasing of quality as the increasing of storage time so there will be a time limit that the product is rejected (expired date). Information and labeling about shelf life becomes very important for manufactories, consumers, and distributors related on food safety and to provide quality assurance until the product arrives at the consumers. In this research there are two steps which consist of critical quality attribute selection (water content test and a free fatty acid content) and shelf life determination using Accelerated Shelf Life Testing (ASLT) method with Arrhenius approach. Evaluation of sensory test by 30 panelists trained hedonic used to determine consumer acceptance and a rejection of the three types of cassava chips. Rejection panelists highest quality obtained from a decrease in the intensity of aroma, taste, texture and overall acceptance deviate from the value of 1 to 3.9. The results showed that the quality parameters of free fatty acids (FFA), which has a correlation coefficient (R^2) indicates the highest temperature-sensitive storage, so most suitable for use as a prediction of shelf life. The result of the calculation of the shelf life of cassava chips based on the parameter value of FFA at 25°C room temperature storage is 75 days or 2 months and 15 days for the original variant, 116 days or 3 months 26 days for variant salty and 109 days or 3 months 19 days for variant BBQ.

Keywords: Cassava chips, shelf life, accelerated shelf life testing (ASLT), arrhenius

ABSTRAK

Pendugaan Umur Simpan Keripik Singkong Menggunakan Metode *Accelerated Shelf Life Test (ASLT)* Model Arrhenius

Oleh

Nursiti

Secara alamiah suatu produk pangan akan mengalami penurunan mutu seiring dengan bertambahnya waktu sehingga akan ada batas waktu akhir dimana suatu produk menjadi tidak dapat diterima (masa kadaluwarsa). Pencantuman informasi umur simpan menjadi sangat penting bagi produsen, konsumen, dan distributor karena terkait dengan keamanan produk pangan dan untuk memberikan jaminan mutu pada saat produk sampai ke tangan konsumen. Oleh karena itu industri pangan, termasuk UMKM KARYA MANDIRI Lampung wajib menentukan umur simpan yang tepat pada produknya. Penelitian ini dilakukan dengan dua tahap, yaitu penentuan karakteristik mutu kritis ketiga jenis keripik singkong (uji kadar air dan kadar asam lemak bebas) dan penentuan umur simpan dengan metode *Accelerated Shelf Life Testing (ASLT)* dengan pendekatan Arrhenius. Evaluasi sensoris dengan uji *hedonik* oleh 30 panelis terlatih digunakan untuk mengetahui penerimaan konsumen dan waktu penolakan terhadap ketiga jenis keripik singkong. Penolakan panelis yang paling tinggi didapatkan dari penurunan mutu intensitas aroma, rasa, tekstur dan penerimaan keseluruhan menyimpang dari nilai 1 ke 3,9. Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter mutu asam lemak bebas (FFA) yang memiliki nilai koefisien korelasi (R^2) yang paling tinggi menunjukkan paling sensitif terhadap suhu penyimpanan, sehingga paling sesuai digunakan sebagai pendugaan umur simpan. Hasil perhitungan umur simpan keripik singkong berdasarkan parameter nilai FFA pada penyimpanan suhu ruang 25°C adalah 75 hari atau 2 bulan 15 hari untuk varian original, 116 hari atau 3 bulan 26 an asin dan 109 hari atau 3 bulan 19 hari untuk varian BBQ.

Kata kunci : Keripik singkong, un
(ASLT), arrhenius

celerated shelf life testing

**PENDUGAAN UMUR SIMPAN KRIPIK SINGKONG
MENGUNAKAN METODE *ACCELERATED SHELF
LIFE TEST* (ASLT) MODEL ARRHENIUS**

Oleh
NURSITI

Tesis
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
MAGISTER SAINS

Pada
Program Pascasarjana Magister Teknologi Industri Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



PROGRAM PASCASARJANA
TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017

Judul Tesis : **PENDUGAAN UMUR SIMPAN KRIPIK SINGKONG MENGGUNAKAN METODE ACCELERATED SHELF LIFE TEST (ASLT) MODEL ARRHENIUS**

Nama Mahasiswa : **Nursiti**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1324051004**

Program Studi : **Magister Teknologi Industri Pertanian**

Fakultas : **Pertanian**



1. Komisi Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si.
NIP 19640326 198902 1 002

Dr. Ir. Subeki, M.Si., M.Sc.
NIP 19690409 199303 1 002

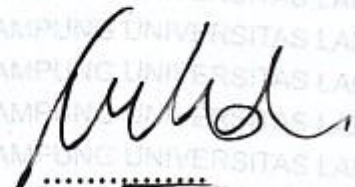
2. Ketua Program Studi
Magister Teknologi Industri Pertanian

Dr. Ir. Sri Hidayati, S.TP., M.P.
NIP. 19710930 199512 2 001

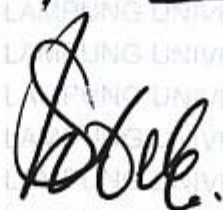
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si.



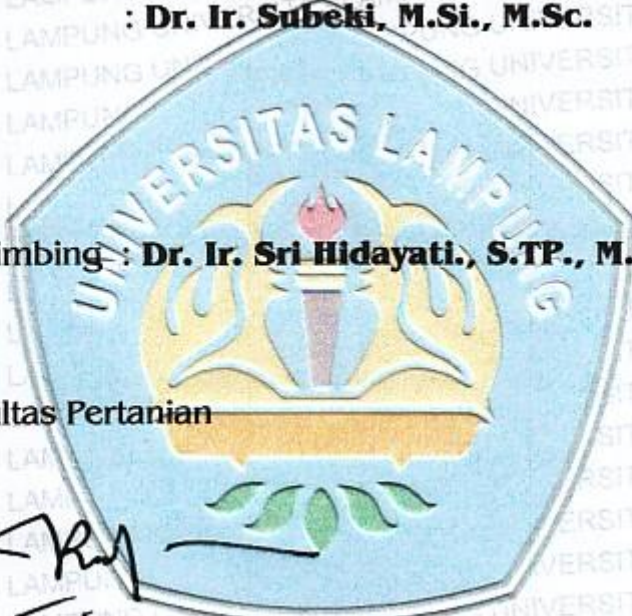
Sekretaris : Dr. Ir. Subeki, M.Si., M.Sc.



**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Sri Hidayati, S.TP., M.P.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 19611020 198603 1 002

3. Direktur Program Pascasarjana Universitas Lampung



Prof. Dr. Sudjarwo, M.Si.
NIP. 19530528 198103 1 002

Tanggal lulus ujian tesis: 23 Desember 2016

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nursiti

NPM : 1324051004

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya sendiri yang berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi materi yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukan plagiat hasil karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ilmiah ini, maka saya siap mempertanggungjawabkan.

Bandar Lampung, 2017

Pembuat Pernyataan



Nursiti
NPM 1324051004

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, Kecamatan Tanjung Karang Barat, Kota Bandar Lampung pada tanggal 12 April 1973 merupakan anak ke empat dari pasangan Bapak H. Muh. Syarief dan Ibu Hj. Tuminem.

Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 4 Sukajawa, Tanjung Karang Barat lulus tahun 1986. Pendidikan Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 1 Tanjung Karang lulus tahun 1989, dan Pendidikan Sekolah Menengah Atas (SMA) PERINTIS Tanjung Karang lulus tahun 1992, Sarjana Teknik Industri di Institut Sains dan Teknologi “ AKPRIND” Yogyakarta lulus tahun 1998.

Pada tahun 2013 penulis terdaftar sebagai mahasiswi Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Program Studi Magister Teknologi Industri Pertanian sampai sekarang. Selain kuliah penulis telah bekerja di Universitas MEGOUPAK Tulang Bawang Menggala sejak tahun 2009 sampai dengan sekarang sebagai staf pengajar.

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas nikmat, petunjuk serta ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tesis ini yang berjudul “Pendugaan Umur Simpan Kripik Singkong Menggunakan Metode Accelerated Shelf Life Test (ASLT) Model Arrhenius”. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si., selaku dosen pembimbing 1, yang telah banyak membantu penulis dalam memberikan ide, saran, dan kritiknya.
2. Bapak Dr. Ir. Subeki, M.Si, M.Sc., selaku dosen pembimbing 2, yang telah banyak membantu penulis dalam memberikan ide, saran dan kritiknya.
3. Ibu Dr. Sri Hidayati, S.T.P., M.P, selaku pembahas dan Ketua Program Studi Magister Teknologi Industri Pertanian Universitas Lampung, yang telah bersedia menjadi pembahas dan turut membimbing dalam tesis saya ini.
4. Ibu Prof. Ir. Neti Yuliana, M.Si., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Magister Teknologi Industri Pertanian periode (2010-2016) atas bimbingan, dukungan serta motivasinya dalam penyelesaian tesis.
5. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si, selaku Dekan Fakultas Pertanian Unila.
6. Prof. Dr. Sudjarwo, M.S. selaku Direktur Program Pasca Sarjana.
7. Suami tercinta dan anakku Rafa Clarence yang telah mendukung baik secara moril maupun material serta doa yang tulus sehingga saya dapat menyelesaikan tesis ini.

8. Rekan-rekan Magister Teknologi Industri Pertanian angkatan 2013 (Dian Wulandari, Sintawati, Mumpuni, Dian Puspitorini, Zana, Rio, dan Mr Arafat).
9. Adik-adik S1 (Anitsa, Lia, Ratri, eka dan kawan-kawan), Laboran, dosen serta karyawan MTIP dan THP, teman-teman UMPTB serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Akhirnya, penulis berdoa semoga Tuhan Yang Maha Esa memberi balasan kepada semua pihak yang telah banyak membantu selama penelitian dan penulisan tesis ini, dan semoga karya ini bermanfaat bagi pembaca sekalian Aamiin Yaa Rabbal'alamiin.

Bandar Lampung, 2017

Nursiti

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
SANWACANA	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang dan Masalah	1
1.2. Tujuan Penelitian	4
1.3. Kerangka Pemikiran	4
1.4. Hipotesis	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Singkong	8
2.2. Keripik Singkong	9
2.2.1. Pembuatan Keripik Singkong	10
2.2.2. Syarat Mutu Keripik Singkong	11
2.3. Pengemasan	12

2.4.	Umur Simpan	15
2.4.1.	Dasar Penurunan Mutu Keripik Singkong	16
2.4.2.	Kriteria Kerusakan Keripik singkong	17
2.4.3.	Metode Pendugaan Umur Simpan	18
2.4.4.	Reaksi Ordo Nol	20
2.4.5.	Reaksi Ordo Satu	21
III.	METODE PENELITIAN	23
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian.....	23
3.2.	Bahan dan Alat Penelitian.....	23
3.3.	Metode Penelitian	23
3.4.	Pelaksanaan Penelitian.....	24
3.4.1.	Analisa Terhadap Produk	24
3.4.2.	Penentuan Batas Kritis Parameter Mutu	25
3.4.3.	Penyimpanan Pada Beberapa Kondisi	26
3.4.4.	Analisa dan Perhitungan Umur Simpan	26
3.5.	Pengamatan.....	27
3.5.1.	Kadar air (AOAC, 1995)	28
3.5.2.	Kadar Abu (AOAC, 2005)	28
3.5.3.	Kadar Lemak (SNI 01-4305-1996)	39
3.5.4.	Kadar Asam Lemak Bebas (SNI 01-4305-1996)	39
3.5.5.	Uji Organoleptik	30

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1. Karakteristik Keripik Singkong	32
4.2. Penentuan Batas Kritis Parameter Mutu	33
4.2.1. Parameter Mutu Kritis Kadar Air	33
4.2.2. Parameter Mutu Kritis Kadar asam Lemak Bebas	34
4.3. Perubahan Mutu Keripik Singkong Selama Penyimpanan	34
4.3.1. Kadar Air	34
4.3.2. Kadar asam Lemak Bebas	42
4.3.3. Uji Organoleptik	49
4.3.3.1. Sensorik Rasa	50
4.3.3.2. Sensorik Aroma	56
4.3.3.3. Sensorik Tekstur	62
4.3.3.4. Penerimaan Keseluruhan	69
4.4. Umur Simpan Keripik Singkong	75
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	80
DAFTAR PUSTAKA.....	82
LAMPIRAN	87

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi singkong (per 100 g bahan)	9
2. Komposisi kandungan gizi pada kripik singkong (per 100 g)	10
3. Syarat mutu kripik singkong berdasarkan SNI 01-4305-1996	12
4. Pengaruh beberapa faktor terhadap reaksi deterorasi pada produk pangan	17
5. Penilaian mutu sensori kripik singkong dengan <i>rating hedonic</i>	30
6. Hasil analisis uji kimia kripik singkong	32
7. Persamaan garis penurunan mutu kripik singkong original, asin, BBQ, dan R ² untuk parameter mutu kadar air	39
8. Persamaan arrhenius penurunan mutu kripik singkong dan R ² berdasarkan anallisis kadar air	41
9. Persamaan garis penurunan mutu kripik singkong original, asin, BBQ, dan R ² untuk parameter mutu kadar asam lemak bebas	45
10. Persamaan arrhenius penurunan mutu kripik singkong dan R ² berdasarkan anallisis kadar asam lemak bebas (FFA)	49
11. Persamaan garis penurunan mutu kripik singkong original, asin, BBQ, dan R ² untuk parameter mutu rasa	52
12. Persamaan arrhenius penurunan mutu kripik singkong dan R ² berdasarkan sensorik rasa	56
13. Persamaan garis penurunan mutu kripik singkong original, asin, BBQ, dan R ² untuk parameter mutu arom	58
14. Persamaan arrhenius penurunan mutu kripik singkong dan R ² berdasarkan sensorik aroma	62

15.	Persamaan garis penurunan mutu keripik singkong varian original, asin ,BBQ, dan R^2 untuk parameter mutu tekstur	66
16.	Persamaan arrhenius penurunan mutu keripik singkong dan R^2 berdasarkan sensorik tekstur	68
17.	Persamaan garis penurunan mutu keripik singkong varian original, asin, BBQ, dan R^2 untuk parameter mutu penerimaan keseluruhan ...	71
18.	Persamaan arrhenius penurunan mutu keripik singkong dan R^2 berdasarkan sensorik penerimaan keseluruhan	75
19.	Nilai koefisian korelasi (R^2) tiap parameter mutu untuk varian original, asin, dan BBQ keripik singkong	76
20.	Hasil perhitungan umur simpan ketiga varian keripik singkong berdasarkan parameter nilai asam lemak bebas (FFA)	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram alir pembuatan keripik singkong.....	11
2. Grafik hubungan antara $\ln k$ dan $1/T$ dalam persamaan arrhenius.	20
3. Diagram pendugaan umur simpan keripik singkong	27
4. Grafik hubungan antara lama penyimpanan (hari) dengan kadar air (%) keripik singkong varian (a) Original, (b) Asin, dan (c) BBQ pada suhu 20, 30, 40, dan 50°C	36
5. Regresi linier kadar air selama penyimpanan ordo 0 dan ordo 1 keripik singkong varian (a) original, (b) asin, dan (c) BBQ.....	38
6. Plot arrhenius perubahan nilai kadar air varian (a) original, (b) asin, dan (c) BBQ selama penyimpanan.....	40
7. Grafik hubungan antara lama penyimpanan (hari) dengan kadar asam lemak bebas (%) keripik singkong varian (a) Original, (b) asin, dan (c) BBQ pada suhu 20, 30, 40, dan 50°C	44
8. Regresi linier kadar asam lemak bebas selama penyimpanan ordo 0 dan ordo 1 keripik singkong varian (a) original, (b) asin, dan (c) BBQ ...	46
9. Grafik hubungan antara $1/T$ dengan nilai $\ln k$ kadar asam lemak bebas keripik singkong varian original (a), asin (b), dan BBQ (c) selama penyimpanan	48
10. Grafik hubungan antara lama penyimpanan (hari) dengan skor sensorik rasa keripik singkong varian (a) original, (b) asin, dan (c) BBQ pada suhu 20, 30, 40, dan 50°C	51
11. Regresi linier sensorik rasa selama penyimpanan ordo 0 dan ordo 1 keripik singkong varian (a) original, (b) Asin, dan (c) BBQ.....	53
12. Grafik hubungan antara $1/T$ dengan nilai $\ln k$ sensorik rasa keripik singkong varian (a) original, (b) asin, dan (c) BBQ selama penyimpanan	55

13. Grafik hubungan antara lama penyimpanan (hari) dengan skor sensorik aroma keripik singkong varian (a) original, (b) asin, dan (c) BBQ pada suhu 20, 30, 40, dan 50 ⁰ C	57
14. Regresi linier sensorik aroma selama penyimpanan ordo 0 dan ordo 1 keripik singkong varian (a)original, (b) asin, dan (c) BBQ	59
15. Grafik hubungan antara 1/T dengan nilai ln k sensorik aroma keripik singkong varian (a) original, (b) asin, dan (c) BBQ selama penyimpanan	61
16. Grafik hubungan antara lama penyimpanan (hari) dengan skor sensorik tekstur keripik singkong varian (a) original, (b) asin, dan (c) BBQ pada suhu 20, 30, 40, dan 50 ⁰ C.....	63
17. Regresi linier sensorik tekstur selama penyimpanan ordo 0 dan ordo 1 keripik singkong varian (a) original, (b) asin, dan (c) BBQ	65
18. Grafik hubungan antara 1/T dengan nilai ln k sensorik tekstur keripik singkong varian (a) original , (b) asin, dan (c) BBQ selama penyimpanan	67
19. Grafik hubungan antara lama penyimpanan (hari) dengan skor sensorik penerimaan keseluruhan keripik singkong varian (a) original, (b) asin, dan (c) BBQ pada suhu 20, 30, 40, dan 50 ⁰ C	70
20. Regresi linier sensorik keseluruhan selama penyimpanan ordo 0 dan ordo 1 keripik singkong varian (a)original , (b) asin, dan (c) BBQ.....	72
21. Grafik hubungan antara 1/T dengan nilai ln k sensorik penerimaan keseluruhan keripik singkong varian (a) original, (b) asin, dan (c) BBQ selama penyimpanan	74

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang dan Masalah

Singkong atau ubikayu (*Manihot esculenta* Crantz) merupakan salah satu sumber karbohidrat lokal Indonesia yang menduduki urutan ketiga terbesar setelah padi dan jagung. Indonesia adalah negara terbesar kedua penghasil singkong setelah Nigeria dengan rata-rata total penyediaan selama lima tahun sebesar 9,67 juta ton atau sebesar 10,61% dari total penyediaan singkong dunia. (Pusadatin, 2013).

Produksi singkong yang cukup tinggi menjadi salah satu peluang untuk pengembangan agroindustri olahan singkong. Lampung menjadi salah satu provinsi penghasil singkong terbesar di Indonesia. Berdasarkan data produksi singkong yang dilaporkan oleh Badan Pusat Statistik (2014), total produksi singkong di Lampung mencapai 8.329.201ton singkong. Tingginya produksi singkong di Lampung, menjadi sumber peluang bagi industri-industri yang ada di Lampung. Salah satunya adalah industri keripik singkong Lampung.

Dengan semakin populer dan berkembangnya usaha industri keripik diLampung pada tahun 2008 Pemerintah Kota Bandar Lampung menjadikan pusat oleh-oleh atau buah tangan khusus keripik pisang, singkong, dan ubi jalar di sentral industry keripik di jalan PU Bandar Lampung.

Namun, kondisi penyimpanan dan kemasan keripik singkong saat ini belum tertangani dengan baik. Padahal kondisi penyimpanan dan kemasan memiliki fungsi utama untuk melindungi produk dari penurunan pada beberapa karakteristik mutu

selama masa penyimpanan baik yang dapat dilihat secara fisik maupun non fisik (Sumiyarto *et al.*, 2013). Penurunan mutu dapat menyebabkan terjadinya penurunan umur simpan produk (Suwita *et al.*, 2013).

Selain itu keripik adalah makanan ringan (snack food) yang tergolong jenis makanan crackers yaitu makanan yang bersifat kering dan renyah dengan kandungan lemak yang tinggi (Sulistiyowati, 2004). Kandungan lemak yang cukup tinggi ini menyebabkan keripik singkong mudah mengalami ketengikan apabila kontak langsung dengan oksigen, cahaya, atau akibat perubahan suhu (Arpah, 2001)

Keripik singkong juga memiliki sifat mudah menyerap uap air dari udara sekitar. Akibatnya, keripik singkong mudah mengalami kerusakan seperti menjadi tidak renyah, ditumbuhi jamur dan bakteri serta bau yang tengik (Syarief *et al.*, 1989). Keripik singkong yang telah mengalami berbagai kerusakan tersebut menyebabkan keripik singkong tidak disukai bahkan tidak dapat diterima oleh konsumen. Oleh karena itu perlu dilakukan kajian untuk mengetahui tingkat ketahanan keripik singkong selama masa penyimpanan dan pendugaan umur simpan keripik singkong yang dikemas.

Berkaitan dengan berkembangnya industri pangan skala usaha kecil menengah (UKM), dipandang perlu untuk mengembangkan penentuan umur simpan produk sebagai bentuk jaminan keamanan pangan khususnya pada produsen keripik singkong di central industri keripik Lampung di jalan Pagar Alam gang PU Bandar Lampung. Selama ini penentuan umur simpan produk tidak melalui tes laboratorium, tetapi hanya pengalaman produsen saja.

Menurut Floros dan Gnanasekharan (1993) menyatakan bahwa umur simpan adalah waktu yang diperlukan oleh produk pangan dalam kondisi penyimpanan

tertentu untuk dapat mencapai tingkatan degradasi mutu tertentu. Jika melewati waktu tersebut, produk bisa dikatakan tidak layak dikonsumsi. Hal ini dikarenakan produk mengalami perubahan-perubahan baik fisik, kimia maupun mikrobiologis seperti kenampakan, cita rasa dan kandungan gizi, bahkan bisa menyebabkan keracunan atau penyakit lain.

Umur simpan merupakan faktor penting yang harus diketahui sebelum keripik singkong dikonsumsi. Dalam Peraturan Pemerintah No. 69 tahun 1999 mengenai Label dan Iklan Pangan, setiap produsen yang memproduksi makanan dan minuman diwajibkan oleh pemerintah untuk mencantumkan masa kadaluarsa pada kemasannya (Kusnandar, 2010). Pendugaan umur simpan pada produk pangan dapat ditentukan dengan menggunakan metode ASS (*Accelerated Storage Studies*), yaitu dengan menyimpan produk pada kondisi lingkungan yang dapat mempercepat proses penurunan mutu produk pangan. Pendugaan umur simpan produk dengan metode ASS ini dapat dilakukan dengan dua model pendekatan yaitu model pendekatan kadar air kritis dan model pendekatan arrhenius (Floros dan Gnanasekharan, 1993).

Model kadar air kritis banyak diterapkan pada produk pangan kering, sedangkan model arrhenius umumnya digunakan untuk menduga umur simpan produk pangan yang sensitif terhadap perubahan suhu, seperti produk pangan yang mudah mengalami ketengikan (Arpah, 2001). Keripik singkong merupakan produk pangan yang sangat mudah mengalami ketengikan karena kandungan lemaknya yang cukup tinggi. Laju penurunan mutu keripik singkong ini sangat ditentukan oleh tingkat ketengikannya. Oleh karena itu digunakan model pendekatan arrhenius untuk menduga umur simpan keripik singkong yang dikemas menggunakan PP (*polypropylene*).

1.2. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi parameter mutu kritis dalam memprediksi umur simpan keripik singkong dengan menggunakan kemasan *polypropylene* (PP).

1.3. Kerangka Pemikiran

Keripik singkong adalah produk yang teksturnya sangat renyah dengan aroma yang khas singkong. berdasarkan persyaratan mutu untuk produk keripik singkong dari Standar Nasional Indonesia (SNI 01-4305-1996) keripik singkong memiliki kadar air maksimum 6%, kadar abu maksimum 2,5% dan Asam Lemak Bebas maksimum 0,7%. Keripik singkong juga disyaratkan memiliki bau dan warna yang norma dan rasa yang khas singkong, serta tidak boleh ada rasa dan bau yang menyimpang.

Keripik memiliki tekstur yang renyah dan mudah patah karena gesekan atau tekanan, yang disebabkan oleh teksturnya yang tipis. Kerusakan pada keripik dapat disebabkan oleh menurunnya tingkat kerenyahan dan timbulnya bau tengik. Menurunnya tingkat kerenyahan keripik terjadi apabila keripik menyerap air. Komposisi kimia produk terutama kadar air menentukan sifat kerenyahan, semakin rendah kadar air suatu produk maka produk akan semakin renyah.

Kadar air yang rendah menyebabkan keripik singkong sensitif terhadap uap air. Penyimpanan dapat meningkatkan kadar air keripik singkong akibat proses penyerapan uap air dari lingkungan. Kadar air yang tinggi menyebabkan keripik singkong kehilangan kerenyahan.

Kadar air dalam produk pangan merupakan faktor penting dalam penentuan umur simpan. Kadar air dapat menyebabkan terjadinya reaksi kimia, perubahan tekstur makanan, kualitas, serta kestabilan mutu dari makanan itu sendiri (Labuza, 1982). Penelitian Wijayanti (2011) menyatakan parameter mutu kritis dari pendugaan umur simpan keripik pisang adalah kadar air. Makanan kering mengalami kerusakan apabila menyerap uap air yang berlebihan (Arpah, 2001). Penelitian Rosalina dan Silvia (2015) menyatakan semakin rendah suhu penyimpanan keripik, maka tingkat kenaikan kadar air semakin tinggi.

Selain kadar air, kerusakan produk pangan juga disebabkan oleh ketengikan akibat terjadinya oksidasi atau hidrolisis komponen bahan pangan. Tingkat kerusakan tersebut dapat diketahui melalui analisis *free fatty acid* (FFA) dan *tiobarbituric acid* (TBA) (Herawati, 2008). Jonnalagadda *et al.*, (2001) Ketengikan merupakan masalah utama pada produk yang digoreng karena adanya detereorasi bahan yang disebabkan oleh oksidasi lemak atau minyak dalam bentuk peroksida, aldehid dan keton. Besarnya kerusakan lemak akibat oksidasi sangat berperan dalam pembentukan aroma tengik (Kusnandar, 2011). Ketengikan terjadi bila komponen cita rasa dan bau yang mudah menguap terbentuk sebagai akibat kerusakan oksidatif dari lemak dan minyak yang tak jenuh. Komponen-Komponen ini menyebabkan bau dan cita rasa yang tak diinginkan dalam lemak dan minyak dari produk yang mengandung lemak dan minyak tersebut (Buckle, 1987).

Akibat dari kerusakanan minyak karena oksidasi dapat timbul bau tengik pada minyak maupun degradasi rasa dan aroma. Adanya asam lemak bebas juga lebih memungkinkan terjadinya oksidasi (Winarno, 2004). Anagari *et al.*, (2014) menyatakan kadar asam lemak bebas dipilih sebagai parameter uji kimia terhadap

produk biskuit karena lebih memberikan hasil yang berbeda terhadap sampel biskuit baru dan sampel biskuit kadaluarsa.

Untuk meminimalkan kerusakan pada bahan pangan, maka diperlukannya pengemasan. Pengemas dapat meminimalkan masuknya air, mengendalikan suhu, mencegah migrasi komponen volatil. Keripik ikan beledang yang dikemas dengan plastik polipropilen (PP) pada penyimpanan suhu 35°C mencapai 10 bulan 8 hari (Rosalina dan Silvia, 2015). Salah satu fungsi pengemasan adalah memperlambat proses deteriorasi, yaitu dengan mempertahankan stabilitas, kesegaran dan penerimaan konsumen dari produk atau memperpanjang umur simpan. Produk mengalami reaksi deteriorasi dimulai dengan persentuhan produk dengan udara, oksigen, uap air, cahaya atau akibat perubahan suhu (Arpah, 2001).

Reaksi kimia pada umumnya dipengaruhi oleh suhu, maka model Arrhenius mensimulasikan percepatan kerusakan produk pada kondisi penyimpanan suhu tinggi di atas suhu penyimpanan normal. Laju reaksi kimia yang dapat memicu kerusakan produk pangan umumnya mengikuti laju reaksi ordo 0 dan ordo 1.

Tiga tipe kerusakan pangan yang mengikuti model reaksi ordo nol adalah degradasi enzimatis (misalnya pada buah dan sayuran segar serta beberapa pangan beku); reaksi kecoklatan non-enzimatis (misalnya pada biji-bijian kering, dan produk susu kering); dan reaksi oksidasi lemak (misalnya peningkatan ketengikan pada snack, makanan kering dan pangan beku). Sedangkan tipe kerusakan bahan pangan yang termasuk dalam reaksi ordo satu adalah (1) ketengikan (misalnya pada minyak salad dan sayuran kering); (2) pertumbuhan mikroorganisme (misal pada ikan dan daging, serta kematian mikroorganisme akibat perlakuan panas); (3) produksi off flavor oleh

mikroba; (4) kerusakan vitamin dalam makanan kaleng dan makanan kering; dan (5) kehilangan mutu protein (makanan kering) (Labuza, 1982).

Pada penelitian Imelda (2000) menyatakan model Arrhenius dinilai lebih sesuai untuk digunakan dalam penentuan kadaluarsa produk wafer. Stefy (2013) menyatakan penentuan umur simpan crackers berdasarkan angka asam lemak bebas (ALB) menggunakan persamaan Arrhenius pada penyimpanan suhu ruang terbukti lebih dari 5 bulan.

Metode ASLT (*Accelerated Shelf Life Test*) menggunakan persamaan Arrhenius dapat dilakukan dengan cepat dengan memberi stimulasi perlakuan pada suhu yang ekstrim dan hasilnya dapat dipakai dalam mendeteksi penurunan mutu selama penyimpanan (Labuza, 1982).

1.4. Hipotesis

Terdapat parameter mutu kritis pada perlakuan suhu penyimpanan dan prediksi umur simpan untuk keripik singkong original, asin dan BBQ yang dikemas menggunakan plastik polipropilen (PP)

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1.Singkong

Singkong merupakan salah satu komoditi pertanian yang memiliki daya adaptasi tinggi untuk tumbuh dan berkembang pada lahan kering, bersifat *lebor intensif, low investment* dan mampu menghasilkan devisa cukup besar. Singkong yang berasal dari benua Amerika, tepatnya dari negara Brazil. Penyebarannya hampir meliputi keseluruhan dunia, antara lain Afrika, Madagaskar, India dan Tiongkok. Singkong berkembang di Negara-negara yang terkenal wilayah pertaniannya dan masuk ke Indonesia pada tahun 1852. Di dunia pada umumnya singkong merupakan komoditi perdagangan yang potensial.

Di Indonesia, singkong merupakan produksi hasil pertanian pangan ke dua terbesar setelah padi, sehingga singkong mempunyai potensi sebagai bahan baku yang penting bagi berbagai produk pangan dan industri. Sebagai makanan manusia, singkong mempunyai beberapa kekurangan diantaranya kadar protein dan vitamin yang rendah serta nilai gizi yang tidak seimbang. Disamping itu beberapa jenis singkong mengandung racun HCN yang terasa pahit. Dari dasar itulah secara lokal singkong dibagi menjadi singkong pahit dan singkong manis. Singkong merupakan salah satu bahan makanan sumber karbohidrat, hal ini dapat dilihat dari data komposisi ubi kayu/singkong pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi singkong (per 100 g bahan)

Komponen	Kadar
Kalori	146,00 kal
Air	62,50 g
Fosfor	40,00 mg
Karbohidrat	34,00 g
Kalsium	33,00 mg
Vitamin C	30,00 mg
Protein	1,20 g
Besi	0,70 mg
Lemak	0,30 g
Vitamin B1	0,06 mg
Berat dapat dimakan	75,00 g

Sumber : Koeswara, S (2010)

Sebagai sumber daya lokal, singkong dinilai sebagai salah satu komoditi unggulan di Indonesia, karena (a). Dapat dimanfaatkan sebagai makanan pokok pengganti beras, (b). Metode budi daya penanaman yang relatif mudah karena dapat ditanam dimana saja dan dengan biaya relatif murah, (c) mempunyai peluang ekspor produk yang cukup baik, (d) dapat diproduksi oleh tenaga yang cukup murah dan (e) teknik pengolahan yang sederhana.

Masalah utama singkong setelah dipanen adalah sifatnya yang sangat peka terhadap infestasi jamur dan mikroba lain, karena itu masa simpan dalam bentuk segar sangat pendek. Beberapa mikroba yang dapat menyerang singkong yaitu *Rhizopus sp.*, *Aspergillus sp.*, *Mucor sp.*, *Bacillus polimexa* juga ragi.

2.2. Keripik Singkong

Keripik adalah makanan ringan (*snack food*) yang tergolong jenis makan *crackers*, yaitu makanan yang bersifat kering, renyah dan kandungan lemaknya tinggi. Keripik singkong merupakan hasil pengembangan singkong sebagai salah satu upaya memperluas jangkauan pemasaran, meningkatkan nilai tambah, dan

memperpanjang umur simpan singkong. Proses pembuatan keripik singkong sangat mudah yaitu pengupasan, pengirisan, penggorengan dan pembumbuan. Keripik singkong mempunyai kandungan gizi yang cukup baik, seperti tertera pada Tabel 2.

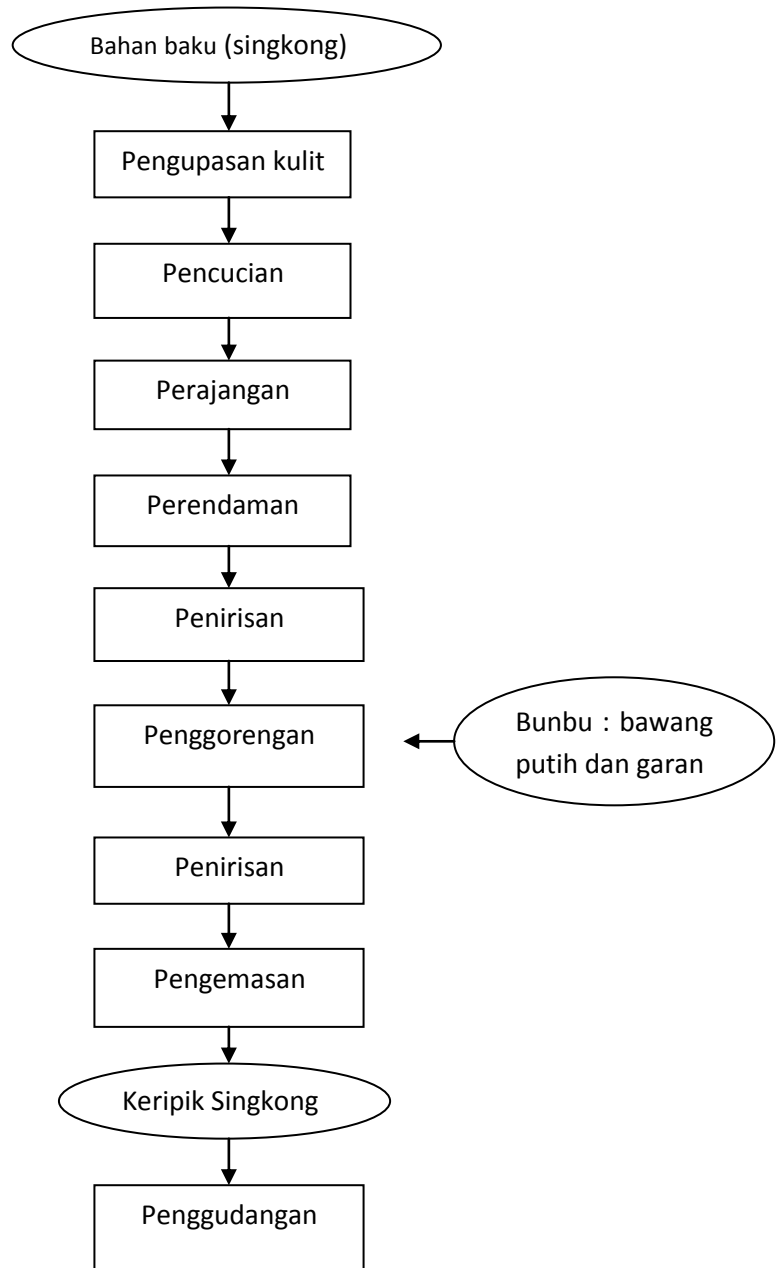
Tabel 2. Komposisi kandungan gizi pada kripik singkong (per 100 g)

Komponen	Kadar
Energi	478 kkal
Protein	0,9 g
Lemak	20,7 g
Karbohidrat	72 g
Kalsium	189 mg
Fosfor	101 mg
Zat Besi	1,9 mg
Vitamin A	0 IU
Vitamin B1	0,24 mg
Vitamin C	0 mg

Sumber : Publikasi Kementerian Kesehatan RI (1998)

2.2.1. Pembuatan Keripik Singkong

Pembuatan keripik singkong meliputi beberapa tahap yaitu : penyiapan bahan baku, pengupasan kulit, pencucian, penirisan, perajangan, penggorengan, penirisan pengemasan, keripik singkong kemas dan penggudangan. Diagram alir pembuatan keripik singkong dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir pembuatan keripik singkong
Sumber : UMKM Karya Mandiri

2.2.2. Syarat Mutu Keripik Singkong

Pengolahan keripik singkong harus memenuhi syarat-syarat mutu yang telah ditetapkan. Syarat mutu keripik singkong mengacu pada SNI 01-4305-1996.

Tabel 3. Syarat mutu keripik singkong berdasarkan SNI 01-4305-1996

No.	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
1.1	Bau	-	Normal
1.2	Rasa	-	Khas singkong
1.3	Warna	-	Normal
1.4	Tekstur	-	Renyah
2	Keutuhan,b/b	%	Min.90
3	Air, b/b	%	Mak. 6,0
4	Abu, b/b	%	Mak. 2,5
5	Asam lemak bebas (dihitung sebagai asam laurat), b/b	%	Mak. 0,7
6	Bahan tambahan makanan :		
6.1	Pewarna		Sesuai SNI 01-0222-1995 peraturan menteri kesehatan No. 722/mentkes/Per/IX/88 tidak boleh ada
6.2	Pemanis buatan		
7	Cemaran logam :		
7.1	Timbal (Pb)	mg/kg	Mak. 1,0
7.2	Tembaga (Cu)	mg/kg	Mak, 10,0
7.3	Seng (Zn)	mg/kg	Mak, 40,0
7.4	Raksa (Hg)	mg/kg	Mak, 0,05
8	Arsen (As)	mg/kg	Mak 0,5
9	Cemaran mikroba :		
9.1	Angka lempeng total	koloni/g	Mak, 10 ⁴
9.2	Caliform	apm/g	< 3
9.3	Kapang	koloni/g	Mak, 10 ⁴

Sumber : SNI, (1996).

2.3. Pengemasan

Kondisi bahan pangan selama penyimpanan dan distribusi dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Faktor lingkungan diantaranya suhu, kelembaban, oksigen dan cahaya dapat memicu beberapa mekanisme reaksi yang menyebabkan kerusakan bahan pangan. Perubahan yang terjadi selama penyimpanan dan distribusi meliputi perubahan fisika, kimia dan mikrobiologi (Hermanianto *et al.* 2000).

Pengemasan pangan sangat penting dan umum, penting karena tanpa kemasan mutu dan keamanan produk dapat terganggu, umum karena hampir semua produk makanan dikemas dengan berbagai macam cara (Robertson, 2010). Pengemasan dan penyimpanan tidak dapat dipisahkan dari proses dalam industri makanan dan merupakan satu kesatuan. Kedua hal ini yang menentukan umur simpan suatu produk. Salah satu fungsi penting dari kemasan adalah melindungi produk dari faktor-faktor lingkungan seperti: cahaya, uap air, gas, dan bau.

Tujuan lainnya adalah untuk menjaga kualitas produk dalam kaitannya dengan masa simpan, selain itu kemasan juga merupakan media komunikasi dengan konsumen, legal, dan komersial (Petersen *et al.*, 1999). Kemasan adalah salah satu bidang dalam desain komunikasi visual yang mempunyai banyak tuntutan khusus karena fungsinya yang langsung berhadapan dengan konsumen. Pemilihan bentuk dan jenis kemasan harus disesuaikan dengan produk yang akan dikemas, sehingga dapat memenuhi fungsi kemasan sebagai wadah produk, pelindung produk, alat komunikasi dan penambah daya tarik produk (Robertson, 1993).

Pengemasan dapat memperlambat kerusakan produk, memperpanjang umur simpan, dan menjaga atau meningkatkan kualitas dan keamanan pangan. Pengemasan juga dapat melindungi produk dari tiga pengaruh luar, yaitu kimia, biologis, dan fisik. Perlindungan kimia mengurangi perubahan komposisi yang cepat oleh pengaruh lingkungan, seperti terpapar gas (oksigen), uap air dan cahaya (cahaya tampak, infra merah atau ultraviolet). Perlindungan biologis mampu menahani mikroorganisme (pathogen dan agen pembusuk), serangga, hewan pengerat dan hewan lainnya.

Perlindungan fisik menjaga produk dari bahaya mekanik dan menghindari guncangan dan getaran selama pendistribusian (Marsh dan Bugusu, 2007). Faktor-faktor yang mempengaruhi kerusakan bahan pangan sehubungan dengan kemasan yang digunakan dapat dibagi dalam dua golongan utama yaitu :

- a. Kerusakan yang disebabkan oleh sifat alamiah dari produk sehingga tidak dapat dicegah dengan pengemasan saja (perubahan-perubahan fisik, biokimia dan kimia serta mikrobiologis).
- b. Kerusakan yang tergantung pada lingkungan dan hampir seluruhnya dapat dikontrol dengan kemasan yang digunakan (kerusakan mekanis, perubahan kadar air bahan pangan, absorpsi dan interaksi dengan oksigen, kehilangan dan penambah cita rasa yang tidak diinginkan).

Polipropilen merupakan polimer kristalin yang dihasilkan dari proses polimerisasi gas propilena. Polipropilen mempunyai titik leleh yang cukup tinggi (190-200°C), sedangkan titik kristalisasinya antara 130-135°C. Polipropilen mempunyai ketahanan terhadap bahan kimia (*hemical resistance*) yang tinggi, tetapi ketahanan pukul (*impact strength*) nya rendah. Sifat-sifat utama polipropilen diantaranya adalah ringan, mudah dibentuk, tembus pandang dan jernih dalam keadaan film, permeabilitas uap air rendah dan permeabilitas gas sedang (Syarief *et al.*, 1989). Polypropilena adalah sebuah polimer termoplastik yang dibuat oleh industri kimia dan digunakan dalam berbagai aplikasi, diantaranya adalah untuk kantong plastik, gelas plastik, ember dan botol.

2.4. Umur Simpan

Umur simpan suatu produk didefinisikan sebagai waktu yang diperlukan untuk mempertahankan mutu atau sifat karakteristik suatu produk pada kondisi penyimpanan tertentu hingga produk tersebut tidak dapat diterima oleh konsumen (Herawati, 2008). Umur simpan suatu produk ditentukan oleh tiga faktor yaitu: a). Karakteristik produk; b). lingkungan dimana produk berada selama distribusi, dan c). karakteristik kemasan (Robertson, 1993). Sedangkan Menurut Speigel (1992) umur simpan produk berkaitan erat dengan nilai kadar air kritis, suhu dan kelembaban.

Aspek lain dari umur simpan adalah waktu yang diperlukan oleh komponen material kemasan plastik untuk bermigrasi pada bahan makanan sampai batas maksimal kadar yang diperkenankan. Berbeda dengan kemasan metal dan gelas, pada kemasan plastik dalam suhu kamar, senyawa dengan berat molekul kecil masuk kedalam makanan secara bebas baik yang berasal dari aditif maupun plasticizers. Tergantung dari jenis plastik yang digunakan, migrasi zat-zat plastik, monomer maupun zat-zat pembantu polimerisasi, dalam kadar tertentu dapat larut kedalam makanan padat atau cair, berminyak (non polar) maupun cairan tak berminyak (polar) (Winarno, 1997).

Kerusakan yang paling mudah terjadi pada bahan makanan perlu diketahui lebih dahulu dalam menentukan umur simpan suatu bahan pangan. Jenis kerusakan ini kemudian diukur laju degradasinya dengan menggunakan model matematis tertentu (Labuza, 1982).

2.4.1. Dasar Penurunan Mutu

Penyimpanan suatu produk dari mutu awal disebut deteriorasi. Produk pangan mengalami deteriorasi dimulai dengan persentuhan produk dengan udara, oksigen, uap air, cahaya, atau akibat perubahan suhu. Reaksi ini juga dapat diawali oleh hentakan mekanis seperti vibrasi dan kompresi (Arpah, 2001).

Tingkat deteriorasi produk dipengaruhi oleh lamanya penyimpanan, sedangkan laju deteriorasi dipengaruhi oleh kondisi lingkungan penyimpanan. Umur simpan adalah waktu hingga produk mengalami deteriorasi tertentu. Reaksi deteriorasi pada produk pangan dapat disebabkan oleh faktor intrinsik maupun ekstrinsik yang selanjutnya akan memicu reaksi didalam produk berupa reaksi kimia, reaksi enzimatik, atau lainnya seperti proses fisika dalam bentuk penyerapan uap air atau gas dari sekeliling. Ini akan menyebabkan perubahan-perubahan terhadap produk yang meliputi: perubahan tekstur, flavor, warna, penampakan fisik, nilai gizi dan lain-lain (Arpah, 2001). Pengaruh beberapa faktor terhadap reaksi deteriorasi pada produk pangan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh beberapa faktor terhadap reaksi deterorasi pada produk pangan.

Faktor Utama	Efek Deteriorasi
Oksigen	<ul style="list-style-type: none"> • Oksidasi lipid • Kerusakan vitamin • Kerusakan protein • Oksidasi pigmen
Uap air	<ul style="list-style-type: none"> • Kehilangan/kerusakan vitamin • Perubahan organoleptik • Oksidasi lipida
Cahaya	<ul style="list-style-type: none"> • Oksidasi • Pembentukan bau/perubahan flavor • Kerusakan vitamin
Kompresi/Bantingan, Vibrasi, Abrasi, Penanganan secara kasar	<ul style="list-style-type: none"> • Perubahan organoleptik • Kebocoran bahan pengemas
Bahan kimia toksik/bahan kimia <i>off flavor</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Of flavor</i> • Perubahan organoleptik • Perubahan bahan kimia • Pembentukan racun

Sumber : Arpah (2001)

2.4.2. Kriteria Kerusakan Keripik Singkong

Keripik merupakan bahan pangan yang memiliki karakteristik berpori dan memiliki kadar air yang rendah. Kerusakan yang sering terjadi adalah terjadinya reaksi oksidasi lipid yang menyebabkan timbulnya rasa tengik dan penyerapan uap air oleh keripik singkong sebagai reaksi kondisi lingkungan.

Kerusakan lemak yang utama adalah timbulnya bau dan rasa tengik yang disebut proses ketengikan. Hal ini disebabkan oleh otoolsidasi radikal asam

lemak tidak jenuh dalam lemak. Ootooksidasi dimulai dengan pembentukan radikal-radikal bebas yang disebabkan oleh faktor-faktor yang dapat mempercepat reaksi seperti cahaya, panas, peroksida lemak atau hidroperoksida, logam-logam berat seperti CU, Fe, Co dan Mn dan enzim-enzim lipoksidase (Winarno, 2004).

Perubahan pada tekstur akibat reaksi deteriorasi dapat berupa: a) pengempukan, b) perubahan kekentalan, c) perubahan kekerasan, d) warna dan masih banyak lagi penyimpangan. Penyimpangan-penyimpangan ini menyebabkan produk pangan tidak menyerupai tekstur aslinya, seperti pada awal produksi. Tergantung pada tingkat deteriorasi yang berlangsung, perubahan tersebut dapat menyebabkan produk pangan tidak dapat digunakan untuk tujuan seperti yang seharusnya, atau bahkan tidak dapat dikonsumsi sehingga dikategorikan sebagai bahan kadaluarsa (Arpah, 2001).

Penyerapan uap air ditandai dengan peningkatan kadar uap air. Perubahan kadar air selama penyimpanan dapat diketahui dengan mengukur kadar air selama penyimpanan dengan interval tujuh hari. Peningkatan kadar air menyebabkan hilangnya kekerasan keripik.

2.4.3. Metode Pendugaan Umur Simpan

Penentuan umur simpan produk pangan dapat dilakuakn dengan dua metode yaitu metode *Extended Storage Studies* (ESS) dan *Accelerated Storage Studies* (ASS). ESS atau yang sering disebut metode konvensional adalah penentuan tanggal kadaluarsa dengan jalan menyimpan suatu seri produk pada kondisi normal sehari-hari sambil dilakukan pengamatan terhadap penurunan mutunya hingga mencapai tingkat mutu kadaluarsa. Metode ini akurat dan tepat, namun memerlukan waktu yang lama dan analisa parameter yang relatif banyak.

Metode ASS menggunakan suatu kondisi lingkungan yang dapat mempercepat reaksi penurunan mutu produk pangan. Kelebihan metode ini adalah waktu pengujian yang relatif singkat, namun tetap memiliki ketepatan dan akurasi tinggi. Metode ASS merupakan salah satu metode yang sering digunakan pada penentuan umur simpan produk. Metode ASS menggunakan suatu kondisi lingkungan yang dapat mempercepat reaksi-reaksi penurunan mutu.

Kelebihan metode ini adalah waktu pengujian yang relatif singkat namun tetap memiliki ketepatan yang tinggi. Suhu merupakan faktor yang berpengaruh terhadap perubahan mutu makanan. Semakin tinggi suhu penyimpanan maka laju reaksi berbagai senyawa kimia akan semakin cepat, oleh karena itu dalam menduga kecepatan penurunan mutu makanan selama penyimpanan, faktor suhu harus dipertimbangkan (Hermanianto *et al.*, 2000).

Dalam penyimpanan makanan, keadaan suhu ruang penyimpanan selayaknya dalam keadaan tetap dari waktu ke waktu tetapi seringkali keadaan suhu penyimpanan berubah-ubah dari waktu ke waktu. Apabila suhu penyimpanan tetap dari waktu ke waktu (atau dianggap tetap) maka untuk menduga laju penurunan mutu cukup dengan menggunakan persamaan Arrhenius:

$$K = K_0 e^{-E/RT} \quad (1)$$

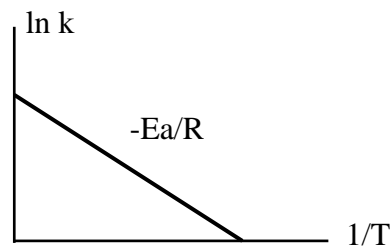
Keterangan :

- K = konstanta penurunan mutu
- k_0 = konstanta (tidak tergantung pada suhu)
- E = energi aktivasi
- T = suhu mutlak (C + 273)
- R = konstanta gas, 1.986 kal/mol

Persamaan di atas dapat diubah menjadi :

$$\ln k = \ln k_0 - (E_a/RT). \quad (2)$$

maka akan diperoleh kurva berupa garis linier pada plot nilai $\ln k$ terhadap $1/T$ dengan slope $-E_a/R$ seperti pada gambar 2. berikut ini :



Gambar 2. Grafik hubungan antara nilai $\ln k$ dan $1/T$ dalam persamaan Arrhenius

Nilai umur simpan dapat diketahui dengan memasukkan nilai perhitungan ke dalam persamaan reaksi ordo nol atau satu. Menurut Labuza (1982) reaksi kehilangan mutu pada makanan banyak dijelaskan oleh reaksi ordo nol dan satu, sedikit yang dijelaskan oleh ordo reaksi lain.

2.4.4. Reaksi Ordo Nol

Tipe kerusakan bahan pangan yang mengikuti kinetika reaksi ordo nol meliputi reaksi kerusakan enzimatik, pencoklatan enzimatik, dan oksidasi (Labuza, 1982). Penurunan mutu ordo reaksi nol adalah penurunan mutu yang konstan. Kecepatan penurunan mutu tersebut berlangsung tetap pada suhu konstan dan digambarkan dengan persamaan berikut:

$$-\frac{dA}{dt} = k \quad (3)$$

Untuk menentukan jumlah kehilangan mutu, maka dilakukan integrasi terhadap persamaan:

$$A_0 \int^{A_t} dA = - \int_0^t k \cdot dt \quad (4)$$

Sehingga menjadi:

$$A_t - A_0 = -kt \quad (5)$$

Keterangan :

A_t = jumlah konsentrasi A (parameter mutu) pada awal waktu t

A_0 = jumlah awal

2.4.5. Reaksi Ordo Satu

Tipe kerusakan bahan pangan yang mengikuti kinetika reaksi ordo satu meliputi: ketengikan, pertumbuhan mikroba, produksi off-flavor (penyimpangan flavor) oleh mikroba pada daging, ikan dan unggas, kerusakan vitamin, penurunan mutu protein dan lain sebagainya (Labuza, 1982).

Persamaan reaksinya:

$$- \frac{dA}{Pdt} = k \cdot A \quad (6)$$

Untuk menentukan jumlah kehilangan mutu, maka dilakukan integrasi terhadap persamaan:

$$A_0 \int^{A_t} dA/A = - \int_0^t k \cdot dt \quad (7)$$

Sehingga menjadi:

$$\ln A_t - \ln A_o = -kt \quad (8)$$

Keterangan :

A_t = Jumlah konsentrasi A (parameter mutu) pada awal waktu t A_o
= Jumlah awal A

III. BAHAN DAN METODE

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada bulan Januari sampai Maret 2016.

3.2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan untuk penelitian adalah keripik singkong yang baru dan diambil langsung dari salah satu UMKM di sentral industri keripik di jalan Pagar Alam gang PU Bandar Lampung. Kemasan yang digunakan untuk pengujian adalah plastik PP (*polypropylene*) dengan ketebalan 0,8 mm. Bahan kimia yang digunakan adalah larutan NaOH 0,1 N, alkohol 96% netral, pelarut heksan, akuades dan indikator PP (*phenolphthalein*).

Peralatan yang digunakan adalah neraca analitik, oven, tanur, desikator, perangkat *soxhlet*, labu kjeldhal, buret, thermometer, cawan porselen, kertas saring, inkubator, vacuum sealer dan perlengkapan uji organoleptik.

3.3. Metode Penelitian

Penelitian ini disusun dengan dua perlakuan dan dua ulangan. Perlakuan suhu tersebut terdiri atas empat suhu penyimpanan yaitu 20, 30, 40, dan 50°C dan

tiga varian keripik singkong yang akan dikemas menggunakan kemasan plastik polipropilen (PP). Keripik singkong yang telah dikemas akan disimpan selama 6 minggu dalam oven.

Pengujian terhadap kadar air, asam lemak bebas (ALB) dan uji organoleptik dilakukan setiap minggu. Kemudian data untuk pendugaan umur simpan keripik singkong dilakukan menggunakan model pendekatan Arrhenius dengan software Microsoft Excel.

Dalam pengambilan sampel pada penelitian ini digunakan teknik *purposive sampling*. Karena peneliti merasa sampel yang diambil paling mengetahui tentang masalah yang akan diteliti oleh peneliti.

3.4. Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dengan tahapan yaitu : analisa terhadap produk, penentuan batas kritis parameter mutu, penyimpanan pada beberapa kondisi, analisis dan perhitungan umur simpan.

3.4.1. Analisa Terhadap Produk

Pada tahap ini dilakukan persiapan sampel, dimana sampel yang akan di uji terdiri dari keripik singkong original, asin dan BBQ yang didapatkan langsung dari UMKM yang berada di jalan P.U yang baru saja diproduksi. Masing-masing sampel dikemas menggunakan plastik polipropilen (PP) dengan bobot 100 g persampel. Analisa terhadap produk sebelum penyimpanan meliputi analisa karakteristik keripik singkong yaitu kadar air, kadar abu, kadar lemak dan kadar asam lemak bebas.

3.4.2. Penentuan Batas Kritis Parameter Mutu

Penentuan batas kritis dilakukan dengan menyimpan produk pada wadah yang memiliki kelembaban tinggi (Budijanto, 2010). Batas kritis ketiga varian keripik singkong ditentukan dengan menyimpan keripik di wadah dengan mengatur kelembaban tinggi dengan menggunakan larutan garam jenuh dengan RH 97% yang disimpan dalam toples, dan dilakukan pengujian setiap 30 menit sekali berupa uji organoleptik terhadap parameter kerenyahan sampai keripik tidak disukai lagi oleh panelis.

Pada saat panelis tidak menyukai sensori kerenyahan, maka langsung dilakukan uji fisiko kimia berupa analisis kadar air untuk sensori kerenyahan. Nilai ini kemudian digunakan sebagai batas kritis dari parameter mutu masing-masing varian keripik singkong yang kemudian digunakan dalam pendugaan umur simpan. Untuk parameter ketengikan ketiga varian keripik singkong disimpan pada suhu 50⁰C tanpa kemasan dan diamati tiap minggu dan dilakukan uji organoleptik terhadap parameter ketengikan sampai keripik tidak disukai lagi oleh panelis. Pada saat panelis tidak menyukai sensori ketengikan, maka langsung dilakukan uji fisiko kimia berupa analisis kadar asam lemak bebas untuk sensori ketengikan. Nilai ini kemudian digunakan sebagai batas kritis dari parameter mutu masing-masing varian keripik singkong yang kemudian digunakan dalam pendugaan umur simpan.

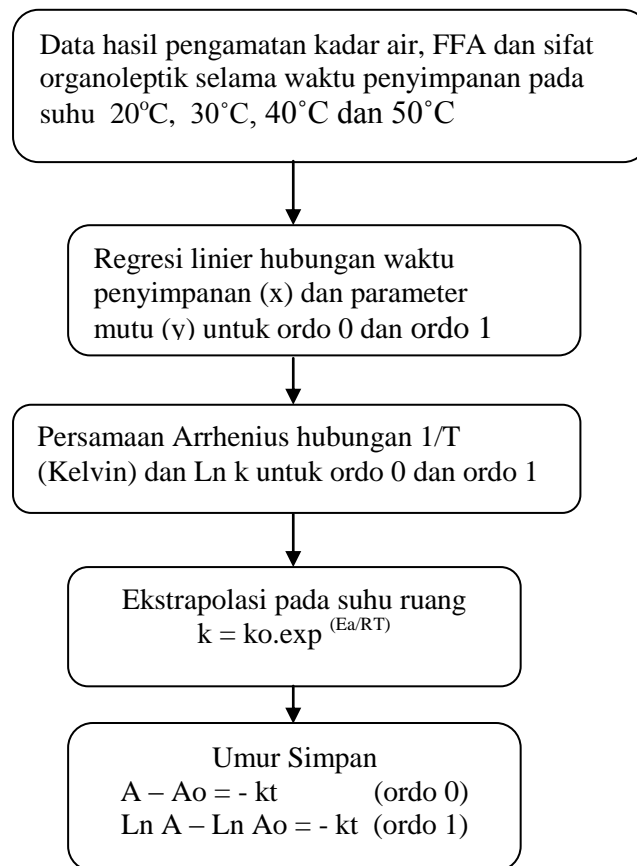
3.4.3. Penyimpanan Pada Beberapa Kondisi

Pendugaan umur simpan ini dilakukan dengan menyimpan ketiga sampel keripik singkong yang dikemas dengan plastik polipropilen (PP) dalam empat oven dengan suhu yang berbeda-beda yaitu : 20, 30, 40, dan 50°C. Analisa terhadap sampel dilakukan setiap tujuh hari. Analisa yang dilakukan meliputi kadar air, asam lemak bebas (ALB) dan uji organoleptik. Analisa dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui perubahan fisik dan kimia keripik singkong selama penyimpanan.

3.4.4. Analisis Dan Perhitungan Umur Simpan

Data-data yang dihasilkan dari pengamatan kadar air, ALB, dan organoleptik digunakan untuk menentukan umur simpan ketiga varian keripik singkong. Metode penentuan umur simpan yang digunakan adalah metode akselerasi model Arrhenius. Hasil pengamatan ini kemudian diperoleh dalam bentuk grafik sehingga di peroleh persamaan regresi liniernya. Data hasil pengamatan diperoleh pada suhu 20, 30, 40, dan 50°C yang diperoleh diplotkan menjadi hubungan waktu penyimpanan (sumbu x) dan parameter mutu yaitu kadar air, kadar FFA dan sifat organoleptik (sumbu y) pada setiap kondisi suhu penyimpanan sehingga diperoleh bentuk grafik yang menghasilkan persamaan regresi liniernya yaitu nilai slope (k), intercept (konstanta) dan koefisien korelasi (r). Persamaan tersebut kemudian diterapkan ke dalam persamaan Arrhenius yaitu hubungan $1/T$ (sumbu x) dan $\ln k$ (sumbu y) untuk menghitung nilai umur simpan. Nilai umur simpan yang diperoleh kemudian dikonversi pada keadaan

suhu ruang untuk menunjukkan umur simpan produk yang sebenarnya. yang sebenarnya. Garis besar pendugaan umur simpan keripik singkong dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Diagram pendugaan umur simpan keripik singkong
Sumber : Kusnandar (2010)

3.5. Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan terhadap ketiga varian keripik singkong yang dikemas dengan plastik polipropilen (PP) dilakukan setiap satu minggu selama 6 minggu. Pengamatan meliputi analisis kadar air, asam lemak bebas dan uji organoleptik.

3.5.1. Analisis Kadar Air (AOAC 1995)

Sebanyak satu gram sampel uji ditimbang dalam cawan porselin, selanjutnya masukkan kedalam oven suhu 150⁰ C selama 8 jam, kemudian ditimbang bobot akhir sampel setelah pengeringan. Kadar air dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar air (\% b/b)} = \frac{\text{Bobot sampel (Segar-Kering)}}{\text{Bobot sampel segar (g)}} \times 100\%$$

3.5.2. Kadar Abu (AOAC, 2005)

Ditimbang sampel sebanyak 2 gram (a g), dimasukan kedalam cawan porselin yang telah dikeringkan dan diketahui beratnya (b g), kemudian di abukan dalam tanur pengabuan dalam suhu 450–550⁰ C selama 2 jam atau sampai semua sampel telah menjadi abu, di dinginkn dalam desikator dan di timbang (c g).

$$\text{Kadar abu (\%bb)} = \frac{(c - a)}{(b - a)} \times 100\%$$

$$\text{Kadar abu (\%bk)} = \frac{\text{Kadar abu (\%bb)} \times 100\%}{100 - \text{Kadar air}}$$

3.5.3. Kadar Lemak, Metode Soxhlet (AOAC, 2005)

Labu lemak yang akan digunakan dikeringkan dalam oven bersuhu 100-110⁰ C, di dinginkan dalam desikator, dan ditimbang. Menentukan Kadar Lemak dengan soxhlet menurut (Andarwulan *et al.*, 2011) sampel ditimbang sebanyak 5 g dibungkus dengan kertas saring lalu memasukan kedalam alat ekstraksi (*soxhlet*) yang berisi pelarut heksana. *Reflux* dilakukan selama 5 jam, kemudian pelarut yang ada di dalam labu lemak di destilasi. Selanjutnya labu lemak yang berisi lemak hasil ekstraksi dipanaskan di dalam oven pada suhu 100⁰ C hingga beratnya konstan, di dinginkan dalam desikator, lalu ditimbang. Kadar lemak ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar lemak (\%bb)} = \frac{\text{Berat labu akhir} - \text{Berat labu awal}}{\text{Berat sampel}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar lemak (\%bk)} = \frac{\text{Kadar lemak (\%bb)}}{100 - \text{kadar air}} \times 100\%$$

3.5.4. Kadar Asam Lemak Bebas (SNI 01-4305-1996)

Menimbang 5 - 10 g contoh uji yang digiling. Menambahkan 50 ml alkohol 96% netral dibiarkan selama 1 jam sambil sekali-sekali dikocok. Kemudian disaring. Menambahkan beberapa tetes indikator PP. Titar dengan KOH 0,1 N hingga warna merah jambu (tidak berubah selama 5 detik). Asam lemak bebas dinyatakan sebagai % FFA dengan rumus:

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

Keterangan :

- %FFA = Kadar asam lemak bebas
 ml NaOH = Volume titran NaOH (ml)
 N = Normalitas NaOH hasil standardisasi (N)

3.5.5. Analisis Organoleptik

Uji organoleptik pada penelitian ini dilakukan menggunakan uji hedonik. Uji hedonik dilakukan dengan menilai penerimaan (kesukaan) yang meliputi rasa, aroma, tekstur dan penerimaan keseluruhan ketiga jenis keripik singkong. Panelis yang digunakan adalah panelis agak terlatih sebanyak 20 orang. Tingkat kesukaan/skala hedonik yang digunakan adalah dengan 7 skala hedonik yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Penilaian mutu sensori keripik singkong dengan *rating hedonic*

Skor	Penilaian terhadap kriteria mutu
1	Sangat Tidak Suka
2	Tidak suka
3	Agak tidak suka
4	Netral
5	Agak suka
6	Suka
7	Sangat suka

Mekanisme pelaksanaan uji hedonik dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Memberi penjelasan tentang maksud dan tujuan penelitian dan prosedur penelitian secara umum.
- Memberi penjelasan tanggal dimulai pelaksanaan dan prosedur uji hedonik.

- c. Pada saat pelaksanaan, sebelum dilakukan uji cicip dilakukan *screening* terhadap kesehatan dengan cara menanyakan kepada panelis tentang keadaan kesehatan peserta panelis.
- d. Selanjutnya panelis diberi penjelasan ulang tentang prosedur uji hedonik dan cara pengisian kuisioner.

V. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Semakin tinggi suhu penyimpanan dan lamanya waktu penyimpanan dapat mempercepat kerusakan pada parameter mutu keripik singkong baik varian original, asin maupun BBQ sehingga umur simpan lebih pendek. Parameter mutu utama yang sangat rentan terhadap peningkatan suhu dan lama penyimpanan yaitu kadar asam lemak bebas (ALB) dilihat dari perubahan nilai slope (k) yang konsisten terhadap perubahan suhu dan nilai korelasi (R^2) terbesar dibanding dengan parameter mutu yang lain yaitu 0,998 untuk original, 0,986 untuk asin dan 0,995 untuk BBQ.
2. Dari hasil penelitian pendugaan umur simpan keripik singkong dengan metode ASLT model Arrhenius, pada suhu penyimpanan 25⁰C mencapai 75 hari atau 2 bulan 15 hari untuk varian original, 116 hari atau 3 bulan 26 hari untuk varian asin dan 109 hari atau 3 bulan 19 hari untuk varian BBQ berdasarkan parameter mutu kadar asam lemak bebas (ALB) dengan menggunakan kemasan polipropilen (PP).

5.2. Saran

Perlu adanya kajian lebih lanjut tentang pendugaan umur simpan keripik singkong dengan metode lain dan jenis kemasan yang memiliki kemampuan yang baik dalam mencegah terjadinya oksidasi pada produk tersebut. Serta kajian tentang penggunaan metode penggorengan vakum terhadap karakteristik keripik singkong yang dihasilkan sehingga mampu memperpanjang masa simpannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anagari, H., Mustamiroh, S. A., dan Wignyanto. 2011. Penentuan Umur simpan Sari Akar alang-Alang Dengan Menggunakan Metode Accelerated Shelf Life Testing (ASLT). *Jurnal AGROINTEK*.5 (2): 118-125
- Andarwulan, N., Kusnandar, F., dan Herawati, D. 2011. Analisis Pangan.: Dian Rakyat. Jakarta.
- Arlene, A. 2013. Ekstraksi Kemiri Dengan Metode Soxhlet Dan Karakterisasi Minyak Kemiri. *Jurnal Teknik Kimia USU*. (2)
- AOAC. 1996. *Official Methods of Analysis. Association of Official Agricultural Chemist*. 16th ed. AOAC. Washington DC.5-65.
- AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemist* 18th Edition. Gaithersburg, USA: AOAC International.
- Arpah. 2001, Penentuan Kadaluarsa Produk Pangan. Program Studi Ilmu Pangan, IPB. Bogor.
- Badan Standarisasi Nasional. 2006. Standar Nasional Indonesia Petunjuk Pengujian Organoleptik dan atau Sensori (SNI 01-2346-2006).
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2011. Inovasi Pengolahan Singkong Meningkatkan Pendapatan dan Diversifikasi Pangan.
- Badan Pusat Statistik. 2015. Produksi Singkong Lampung. BPS. Bandar Lampung.
- Buckle, K.A.1987. Ilmu Pangan. Penerbit Universitas Indonesia UI Press: Jakarta.
- Budijanto, S., Sitanggang, A.B., Silalahi, B.E., dan Murdiati, W. 2010. Penentuan Umur Simpa Seasoning Menggunakan Metode Accelerated Shelf Life Testing (ASLT) dengan Pendekatan Kadar Air Kritis *Jurnal Teknologi Pertanian*, 11 (2), 2 Agustus 2010.
- Devries, J. And Sewald, M. 2013. Food Product Shelf Life. Minneapolis Medallion Laboratories Analytical Progress [Internet]. [diunduh 2013 29 Oktober]. Tersedia pada: <http://www.medallionlabs.com>

- Floros, J.D.V, and Gnanasekharan, V. 1993. *Shelf Life Prediction of Packaged Foods*. Chemical, Biological, Physical And Nutritional Aspects, (G. Charalambous,ed.). Elsevier Publ. London.
- Fransisca, S.M, and Estiasih, T. 2013. Prediksi Umur Simpan Crackers Menggunakan Metode Accelerated Shelf Life Testing (ASLT) dengan Pendekatan Arrhenius [skripsi]. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Brawijaya. Malang
- Fu Bin, Theodore, P., and Labuza. 1993. *Shelf Life Testing:Procedures and Prediction Methods for Frozen Foods*. Department of Food Science and Nutrition, University of Minnesota.
- Hapsari, R. K. 2014. Penerapan Metode Accelerated Shelf Life Testing (Aslt)-Arrhenius Untuk Konfirmasi Umur Simpan Produk Biskuit (skripsi) IPB. Bogor.
- Hariyadi, P. 2012. Prinsip-Prinsip Pendugaan Masa Kadaluwarsa dengan Accelerated Shelf Life Testing. Pelatihan Pendugaan Waktu Kadaluwarsa. Seafast Center, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Herawaty, H. 2008. Penentuan Umur Simpan pada Produk Pangan. *Jurnal Litbang Pertanian*. 27(4).
- Hermanianto, J., Arpah, M., dan Jati, W. K. 2000. Penentuan umur simpan produk ekstrusi hasil samping penggilingan padi (menir dan bekatul) dengan menggunakan metode konvensional, kinetika Arrhenius dan sorpsi isothermis. *Bul Teknol dan Ind Pang*. 11 (2):33-41.
- Imelda, K. 2009. Penentuan Kadaluarsa Wafer Menggunakan Model Arrhenius dan Model Labuza. [tesis].Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ismarini. 2010. Produksi Pengemas Aktif untuk produk Pangan Segar Tahan Lama. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Jakarta.
- Jonnalagadda, P.R., Bhat, R., Sudershan, R.V., dan Nadamuni. 2001. Suitability of chemical parameters in setting quality standards for deep-fried snacks. *J Food Quality dan Prefer* 12:223-228.
- Kartika, B., Hastuti, P., dan Hartono. 1988. Pedoman Pengujian Inderawi. PAU Pangan dan Gizi, UGM, Yogyakarta. 8-19
- Koswaran, S. 2009. Teknologi Pengolahan Singkong (Teori dan Praktek). Departemen Ilmu Dan Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Koeswara, S. dan Kusnandar, F. 2004. Studi Kasus Pendugaan Umur Simpan Produk Pangan. Pelatihan Pendugaan Waktu Kadaluaarsa Bahan dan Produk Pangan. Bogor,
- Kusnandar, F. 2010. Perencanaan dan Pendugaan Umur Simpan Produk Pangan: Aplikasi Prinsip Arrhenius. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Labuza, T.P. 1982. *Shelf Life Dating of Food and Nutrition Press, Inc.*, Westport Connecticut
- Lopulalan, C. 2008. Kajian Formulasi dan Isotherms Sorpsi Air Biskuit jagung. [tesis]. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Mareta, D.T, dan Nur, S.A. 2011. Pengemasan Produk Sayuran dengan Bahan Kemas Plastik pada Penyimpanan Suhu Ruang dan Suhu Dingin. *Mediagro* 7 (1) : 26 – 40.
- Marsh, K. and Bugusu, B. 2007. Food Packaging-Roles, Materials, and Environmental Issues. *J. Food Science.* 72 : R39-R57.
- Min, S.C., Kim, Y.T. and Han, J.H. 2010. Packaging and the shelf life of cereals and snack foods. Di dalam: Robertson GL Editor. *Food Packaging and Shelf Life*. CRC. Press.
- Nuraisyah, A. 2012. Pengaruh lingkungan terhadap mutu komoditi pertanian. [http://anyuraisyah46.blogspot.com/2012/06/pengaruh-lingkungan-terhadap mutu.html](http://anyuraisyah46.blogspot.com/2012/06/pengaruh-lingkungan-terhadap-mutu.html) (6 September 2013)
- Petersen, K., Nielsen, P., Bertelsen, G., Lawther, M., Olesen, M., Nilsson, N., and Mortensen, G. 1999. Potential of biobased material for food packaging. *J of Food Scie dan Technol* 10:52-68.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2013. Analisis Kinerja Perdagangan Komoditas Pertanian Vol.3 no.1. Jakarta.
- Pusdatin. 2015. Outlook Komoditi Pertanian Subsektor Tanaman Pangan. Ubi Kayu. ISSN1907 1507
- Rahmazania, S. 2013. *Analysis Root Cause of Musty Flavor of Cookies, as a basis of Further Experiment to Determine Shelf-Life of Product at PT Arnott" s Indonesia* [internship report]. Tangerang: Department of Life Science-Food Technology Swiss German University
- Robertson, L.G. 1993. *Food Packaging (Principles and Practice)*. Mossey University. New York. USA
- Robetson, G.L. 2010. *Food Packaging and Shelf Life*. CRC. Press

- Rosalina, Y. dan Silvia E. 2015. Kajian Perubahan Mutu Selama Penyimpanan Dan Pendugaan Umur Simpan Keripik Ikan Beledang Dalam Kemasan Polypropylene Rigid. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*
- Salamah, U. 2007. Hubungan Kualitas Minyak Goreng yang Digunakan Secara Berulang Terhadap Umur Simpan Kripik Sosis Ayam. [tesis].. Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Setyowati. 2000. Karakterisasi Sifat Fisiko Kimia Dan Mekanis Kelobot Sebagai Bahan Kemasan. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian..* 16 (3), 119-124.
- Soetanto, S.T. 1994. Penilaian Organoleptik. Angkasa Bhatar Karya. Jakarta.
- Speigel, A. 1992. *Shelf life Testing*. Di dalam Brown, W. B., Plastic in Food Packaging Properties, Design and Fabrication. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Standar Nasional Indonesia. 1996. Keripik Singkong (SNI 01 - 4305 - 1996)
- Steffy, M.F. dan Teti, E. 2013. Prediksi Umur Simpan *Crackers* menggunakan Metode Accelerated Shelf Life Testing (ASLT) dengan pendekatan Arrhenius *Jurnal Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya*. Malang.
- Sudarmaji. 1997. Analisa Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty. Yogyakarta.
- Sulistiyowati, A. 2004. Membuat Keripik Buah dan Sayur. Puspa Swara. Jakarta.
- Sumiyarto, N., Silvia, E., dan Rosalina, Y. 2013. Pemilihan Kemasan Primer Keripik Ikan Beledang dan Analisis Nilai Tambah. *Jurnal Agroindustri* 3 (1) : 14 – 22.
- Suwita, I.K., Kristianto, Y., dan Purwaningsih, F.Y. 2013. Pendugaan Umur Simpan Sirup Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza Roxb*), Madu dan Ekstrak Ikan Gabus (*Ophiocephalus striatus*) dengan Model Arrhenius dan Model Q10. *Jurnal Agromix* 2 (2) : 18 – 35.
- Syarief, R. and Halid H. 1993. Teknologi Penyimpanan Pangan. Arcan. Bandung. Dalam: Pendugaan Umur Simpan Keripik Wortel (*Daucus carota L.*) dalam Kemasan Aluminium Foil dengan Metode Akselerasi. (Skripsi). 2010. FATETA. IPB. Bogor.
- Syarief, R., Santausa, S., dan Isyana, S. 1989. Teknologi Pengemasan Pangan. Pusat Antar-Universitas. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Tiwari, U., Gunasekaran, M., Jaganmohan, R., and Alagusundaram, K. 2009. Quality characteristic and shelf life studies of deep-fried snack prepared from rice brokens and legumes by-product. *J Food Bioprocess Technol.*
- Widyaningrum, dan Setyawan, N. 2009. Standarisasi keripik sayuran (wortel) sebagai upaya peningkatan daya saing produk olahan hortikultura.
- Wijayanti, R. 2011. Kajian Rekayasa Proses Penggorengan Hampa dan Kelayakan Usaha Produksi Keripik Pisang. [tesis]. Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Winarno, F.G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT Gramedia, Jakarta. 251
- Yusuf N. 2011. Karakteristik Gizi dan Pendugaan Umur Simpan *Savory Chips* Ikan Nike. [tesis]. Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.