

## Penentuan umur simpan keripik buah dengan metode *accelerated shelf life test model* kadar air kritis

*Determination of the shelf life of fruit chips using the accelerated shelf life test model critical water content*

Muhammad Rizky Ramanda<sup>1)</sup>, Syahrizal Nasution<sup>1)</sup>, Isnaini Rahmadi<sup>1)</sup>, Nina Lutfia Munawaroh<sup>1)</sup>

<sup>1</sup> Institut Teknologi Sumatera

\*Email korespondensi: [muhammad.ramanda@tp.itera.ac.id](mailto:muhammad.ramanda@tp.itera.ac.id)

### Informasi artikel:

Dikirim: 10/04/2023; disetujui: 25/08/2023; diterbitkan: 31/09/2023

### ABSTRACT

*Fruit chips in Darsa Small and Medium Industry at Lampung products do not include an expiry date on the packaging label as important information that consumers must know. This study aims to estimate the shelf life of jackfruit, pineapple and banana chips using the Accelerated Shelf Life Test (ASLT) method with the Labuza equation critical moisture content approach model. The research was conducted by determining the initial water content, critical water content and equilibrium moisture content with other supporting variables such as packaging permeability, slope (b), product solid weight and packaging area. Based on the research results, the initial water content and critical water content of each fruit chips were 0.0348 and 0.0582 gH<sub>2</sub>O/g solid for jackfruit chips, 0.0348 and 0.0493 gH<sub>2</sub>O/g solid for pineapple chips, 0.0525 and 0.0741 gH<sub>2</sub>O/g solid for banana chips. while the equilibrium moisture content at 75% relative humidity at 30°C is -0.0537 g H<sub>2</sub>O/g solid in jackfruit chips, 0.01128 g H<sub>2</sub>O/g solid in pineapple chips and 0.0119 g H<sub>2</sub>O/g solid in banana chips. The Hasley equation model is the most suitable model to describe the water sorption isotherm phenomenon in jackfruit chips, while the Chen-Clayton equation model is suitable to describe the water sorption isotherm phenomenon in pineapple and banana chips products. The prediction of the shelf life of jackfruit and banana chips packed in nylon aluminum foil stored at 30°C with 75% RH is 2.6 months for jackfruit chips and 3 months for banana chips. While the prediction of the shelf life of pineapple chips packaged in metallized plastic paper is 4.2 months.*

**Keywords:** ASLT, Critical Moisture Content, Fruit Chips, Packaging, Shelf Life

### ABSTRAK

Keripik buah pada produk IKM Darsa di Lampung belum mencantumkan tanggal masa kadaluarsa pada label kemasan sebagai informasi penting yang harus diketahui konsumen. Penelitian ini bertujuan untuk memperkirakan umur simpan dari keripik buah nangka, nanas dan pisang dengan menggunakan metode *Accelerated Shelf Life Test* (ASLT) dengan model pendekatan kadar air kritis persamaan Labuza. Penelitian dilakukan dengan menentukan kadar air awal, kadar air kritis dan kadar air kesetimbangan dengan variabel pendukung lainnya seperti permeabilitas kemasan, slope kemiringan (b), bobot padatan produk dan luas kemasan. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh hasil kadar air awal dan kadar air kritis masing-masing keripik buah adalah 0,0348 dan 0,0582 gH<sub>2</sub>O/ g solid pada keripik nangka, 0,0348 dan 0,0493

gH<sub>2</sub>O/g solid pada keripik nanas, 0,0525 dan 0,0741 gH<sub>2</sub>O/ g solid pada keripik pisang. Sedangkan kadar air kesetimbangan pada kelembaban relatif 75% suhu 30°C adalah -0,0537 g H<sub>2</sub>O/g solid pada keripik nangka, 0,01128 g H<sub>2</sub>O/g solid pada keripik nanas dan 0,0119 g H<sub>2</sub>O/g solid pada keripik pisang. Model persamaan hasley adalah model yang paling cocok menggambarkan fenomena isotermi sorpsi air pada keripik nangka sedangkan model persamaan Chen-Clayton cocok dalam menggambarkan fenomena isotermi sorpsi air pada produk keripik nanas dan pisang. Prediksi umur simpan produk keripik buah nangka dan pisang yang dikemas dengan kemasan aluminium foil nylon disimpan pada suhu 30°C dengan RH 75% adalah 2,6 bulan untuk keripik nangka, dan 3 bulan untuk keripik pisang. Sedangkan prediksi umur simpan produk keripik nanas yang dikemas dengan kemasan metalize plastic paper adalah 4,2 bulan.

**Kata kunci** : ASLT, kadar air kritis, keripik buah, kemasan, umur simpan

## PENDAHULUAN

IKM Darsa sebagai pelaku usaha yang menyelenggarakan suatu kegiatan proses produksi pangan wajib untuk menjamin keamanan pangan (Indonesia, 2019). Keamanan pangan merupakan salah satu faktor syarat terciptanya pangan yang bermutu dan berkualitas. Pelaku usaha dalam memberikan jaminan mutu dan kepercayaan konsumen harus menaati peraturan yang telah ditetapkan oleh pemerintah, salah satunya dengan mencantumkan tanggal kadaluarsa pada label kemasan produk (Hermanto, 2019). Pencantuman tanggal kadaluarsa pada label kemasan produk pangan merupakan salah satu bentuk informasi dari produsen kepada konsumen untuk melindungi konsumen dari kerugian terutama keracunan akibat produk yang telah kadaluarsa (Batu, 2016).

Namun dalam penjaminan mutu dan keamanan produk keripik buah, IKM Darsa belum mencantumkan tanggal kadaluarsa pada label kemasan. Kewajiban pencantuman tanggal kadaluarsa pada label pangan diatur dalam Undang-Undang Nomor 18 tahun 2012 tentang pangan, Peraturan Kepala BPOM RI No. HK.03.1.23.04.12.2206 Tahun 2012 tentang cara produksi pangan yang baik untuk industri rumah tangga. Pelaku usaha diwajibkan menetapkan keterangan lengkap tentang produk yang akan dihasilkan, termasuk nama produk, tanggal produksi dan tanggal kadaluarsa (*expired date*) pada

setiap label kemasan produk pangan (Pulungan *et al.*, 2018). Demi menjamin keamanan mengkonsumsi produk keripik buah maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui umur simpan dari produk keripik.

Metode *Accelerated Shelf Life Test* (ASLT) merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk menentukan umur simpan produk pangan. Metode ASLT menggunakan prinsip akselerasi dengan parameter kondisi lingkungan yang dapat mempercepat proses penurunan mutu produk pangan (Labuza, 1982).

Metode ASLT dibagi menjadi 2 jenis model yaitu model arrhenius dan model kadar air kritis. Model arrhenius pada umumnya diaplikasikan pada semua jenis produk pangan khususnya pada produk yang mengalami penurunan kualitas akibat efek deteriorasi kimiawi (Putri *et al.*, 2021). Model kadar air kritis digunakan untuk kerusakan produk pangan dapat disebabkan oleh adanya penyerapan air oleh produk selama penyimpanan (Alfiyani *et al.*, 2019).

Penelitian ini menggunakan metode ASLT dengan model pendekatan kadar air kritis karena didasarkan pada produk keripik buah yang bersifat higroskopis sehingga cenderung mudah untuk menyerap kadar air. Kadar air merupakan salah satu faktor kritis yang dapat mempengaruhi penurunan mutu produk karena dapat mengakibatkan terjadinya penurunan mutu lebih lanjut, seperti oksidasi lipida, kerusakan vitamin, kerusakan protein, perubahan aroma, reaksi

pencoklatan, perubahan unsur organoleptik, dan kemungkinan terbentuknya racun (Rosida *et al.*, 2020). Studi sebelumnya telah memperkirakan umur simpan dengan metode ASLT model pendekatan kadar air kritis telah dilakukan pada produk renyah seperti tortilla (Putri *et al.*, 2021), keripik kentang (Alfiyani *et al.*, 2019), dan keripik wortel (Liu-Ping *et al.*, 2005). Oleh karena itu, model penentuan umur simpan yang dipilih dalam penelitian ini adalah model pendekatan kadar air kritis. Selanjutnya penentuan umur simpan akan dihitung secara matematis menggunakan persamaan Labuza, yang memberikan hasil lebih cepat dengan akurasi tinggi. Tujuan penelitian ini yaitu menentukan umur simpan keripik buah nangka, nanas dan pisang dengan metode ASLT model kadar air kritis.

## Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah tiga sampel keripik buah yaitu 3 bungkus keripik buah pisang, nanas, dan nangka (UMKM Darsa Lampung), Garam pro analisa NaOH, MgCl<sub>2</sub>, NaCl, KCl, dan BaCl<sub>2</sub> merk Merck dan Aquades.

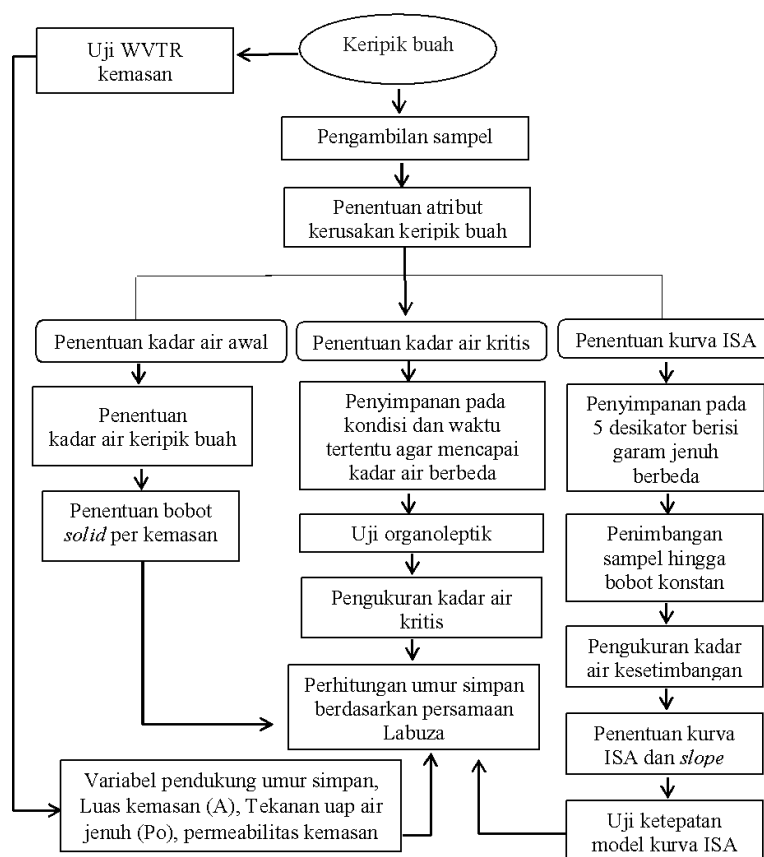
## Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain inkubator 30°C, Oven Memmert, desikator merk Duran, timbangan analitik, *Stirrer*, *Hot Plate*, cawan porselen, penjepit logam mortar dan alu, toples plastik beserta penyangga, teko ukur, gelas beaker 250 ml, cawan petri.

## Metode

Metode yang digunakan menggunakan dengan tahapan penentuan umur simpan berdasarkan metode ASLT dengan pendekatan kadar air kritis dapat dilihat pada Gambar 1.

## METODE



Gambar 1. Tahapan penelitian

## Analisa data

Data perhitungan umur simpan keripik buah akan ditentukan berdasarkan persamaan Labuza dengan menggunakan *Microsoft Excel*. Umur simpan produk keripik ditentukan dalam satuan bulan yang diasumsikan 1 bulan adalah 30 hari. Berikut merupakan persamaan Labuza yang digunakan untuk menghitung umur simpan (Labuza, 1982).

$$Umur\ Simpan = \frac{\ln\left(\frac{Me-Mi}{Me-Mc}\right)}{\left(\frac{k}{x}\right) \times \left(\frac{A}{Ws}\right) \times \left(\frac{Po}{b}\right)}$$

Penentuan umur simpan keripik buah dengan model kadar air kritis dimulai dengan tahapan, pengambilan sampel keripik buah, penentuan atribut utama dan kerusakan keripik buah, penentuan kadar air awal (Mi), penentuan kadar air kritis (Mc) keripik buah, penentuan kadar air kesetimbangan (Me) keripik buah, Penentuan nilai slope kurva isotermi sorpsi air (b) dan tekanan uap air jenuh (Po), Penentuan variabel pendukung umur simpan keripik buah (A/Ws), dilanjutkan dengan uji *water vapor transmission rate* (WVTR). kemasan untuk kemudian dilakukan perhitungan umur simpan keripik buah melalui persamaan Labuza.

Tabel 1. Hasil analisis kadar air keripik buah

Parameter	Kadar air awal (bk) (g H <sub>2</sub> O/g	Kadar air awal (bb) (g H <sub>2</sub> O/g
	<i>solid</i> )	sampel)
Keripik nangka	0,0348	0,0215
Keripik nanas	0,0348	0,0336
Keripik pisang	0,0525	0,0498

Rendahnya nilai kadar air pada keripik buah disebabkan karena dalam proses penggorengan keripik buah yang digoreng menggunakan *vacuum frying* menghasilkan panas yang disalurkan melalui minyak goreng akan menguapkan air yang terdapat dalam buah yang digoreng, sehingga menyebabkan air dari buah segar akan menguap. Akibat proses penggorengan keripik buah tersebut terjadi perubahan fisik

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kadar air awal (Mi) keripik buah

Kadar air merupakan faktor utama yang mempengaruhi mutu keripik buah karena mudah mengalami perubahan terhadap RH lingkungannya selama penyimpanan (Herawati, 2008). Kadar air awal juga mempengaruhi stabilitas produk pangan serta digunakan sebagai standar komposisi yang diterapkan dalam standar mutu produk pangan seperti penampakan, tekstur, cita rasa pangan, daya tahan produk, kesegaran dan penerimaan konsumen (Nielsen & Bradley, 2010). Kadar air awal yang rendah menyebabkan produk pangan memiliki umur simpan yang relatif lama karena kemungkinan kerusakan mikrobiologi dan kimiawi sangat rendah.

Berdasarkan hasil penelitian Tabel 1. kadar air awal (Mo) ketiga jenis keripik buah menunjukkan nilai yang sangat rendah sehingga memenuhi persyaratan mutu keripik buah berdasarkan SNI 8370-2018 dengan kadar air maksimal sebesar 5% (bb).

dan dihasilkan keripik buah yang renyah dan tidak banyak mengandung air (Afrozi, 2018).

Berdasarkan beberapa penelitian mengenai kadar air awal produk pangan kering, diketahui kadar air awal keripik pisang sebesar 2.6% (Manikantan et al., 2014), keripik kentang 1.72% (Yang et al., 2017), tortilla 2.48% (Putri et al., 2021) dan kerupuk melinjo 3.61% (Lestari, 2015). Hal

ini menunjukkan bahwa produk pangan kering umumnya memiliki kadar air berkisar 1-5%, dimana batas maksimal kandungannya diatur dalam SNI yang mengatur masing-masing mutu produk pangan kering tersebut.

### Kadar air kritis (Mc) keripik buah

Informasi mengenai kadar air awal (Mi) dan kadar air kritis (Mc) dari produk kering seperti halnya keripik buah sangat diperlukan dalam penentuan umur simpan dengan menggunakan persamaan Labuza. Berdasarkan hasil survei konsumen, kerenyahan dinyatakan sebagai parameter kritis kerusakan keripik buah berupa perubahan tekstur menjadi lembek atau melempem (*sogginess*). Kondisi seperti ini disebabkan oleh penyerapan uap air dari lingkungan (ruang penyimpanan) yang dapat meningkatkan kadar air produk. Oleh karena itu, kadar air dimana kerenyahan keripik buah sudah tidak dapat diterima lagi oleh konsumen secara organoleptik yang diasumsikan sebagai kadar air kritis.

Kadar air kritis keripik buah pada

penelitian ini ditentukan berdasarkan persamaan linier yang diperoleh dari kurva hubungan antara nilai kadar air dengan skor organoleptik panelis secara uji *rating*. Dalam beberapa penelitian, Mc ditentukan dengan menyimpan sampel pada beberapa RH dan suhu. Namun metode tersebut kurang efisien karena membutuhkan banyak desikator berisi larutan garam jenuh berbeda serta waktu pengujian yang lama hingga mutu sampel menurun selama penyimpanan (Alfiyani *et al.*, 2019). Dalam penelitian ini, Mc ditentukan dengan menyimpan produk keripik buah disimpan tanpa kemasan selama 2 jam selang pengujian tiap 30 menit pada wadah penyimpanan berisi air (RH air 100%) sehingga kerusakan produk lebih cepat tercapai, dan teknis pelaksanaannya lebih efisien.

Setiap 30 menit selama 2 jam perlakuan penyimpanan dilakukan pengukuran kadar air pada ketiga produk keripik buah. Hubungan nilai kadar air ketiga produk keripik buah dengan lama penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. perubahan kadar air produk keripik buah selama penyimpanan

Lama penyimpanan (Menit ke-)	Nilai kadar air basis kering (gH <sub>2</sub> O/gsolid)		
	Keripik nangka	Keripik pisang	Keripik nanas
0	0,0220	0,0525	0,0348
30	0,0430	0,0581	0,0412
60	0,0599	0,0639	0,0493
90	0,0637	0,0692	0,0531
120	0,0718	0,0728	0,0630

Semakin lama waktu penyimpanan maka semakin besar nilai kadar air yang terkandung pada ketiga produk keripik buah. Hal ini terjadi karena selama penyimpanan produk akan menyerap uap air dari lingkungan, sehingga produk menjadi basah dan kehilangan kerenyahan (Rahayu & Arpah, 2003). Proses ini disebut dengan istilah *adsorpsi* dimana bahan tersebut akan menyerap air jika kelembaban relatif udara lebih tinggi dibandingkan kelembaban relatif bahan pangan (Brooker *et al.*, 1992).

### Kadar air kesetimbangan dan kurva isoterme sorpsi air

Kadar air kesetimbangan pada penelitian ini perlu ditentukan untuk mendapatkan kurva isoterme sorpsi air. Kadar air kesetimbangan (Me) adalah kadar air dari suatu bahan pangan yang berkesetimbangan pada suhu dan kelembaban tertentu dalam periode waktu tertentu (Brooker *et al.*, 1992). Kadar air kesetimbangan pada penelitian ini diperoleh dengan cara mengkondisikan ketiga produk

keripik buah di dalam beberapa desikator (toples modifikasi) yang berisi larutan garam jenuh yang memiliki nilai RH berbeda-beda. Larutan garam jenuh dibuat dengan cara melarutkan garam tertentu hingga jenuh atau tidak larut kembali. Adapun garam yang digunakan terdiri dari lima jenis garam yaitu NaOH, MgCl, NaCl, KCl dan BaCl<sub>2</sub>. Kelima jenis larutan garam jenuh tersebut memiliki nilai kelembaban relatif (RH) sebesar 6,95 %, 32%, 75%, 84% dan 92,3% (Arpah, 2001). Pemilihan nilai kelembaban relatif (RH) yang bervariasi pada penelitian ini bertujuan untuk memperoleh kurva isotermi sorpsi air yang paling memiliki korelasi yang tepat dalam menentukan umur simpan produk keripik buah (Azizah *et al.*, 2016). Selama penyimpanan pada berbagai RH tersebut akan terjadi interaksi molekul air antara produk dengan lingkungannya dimana uap

air akan berpindah dari lingkungan ke dalam produk ataupun sebaliknya hingga tercapai kondisi yang setimbang. Perpindahan ini terjadi sebagai akibat perbedaan kelembaban relatif lingkungan dengan aktivitas air produk yang menyebabkan uap air bergerak dari RH tinggi menuju RH rendah (Jacob *et al.*, 2010).

Penentuan kurva isotermi sorpsi air dalam penelitian ini menggunakan suhu 30°C menyesuaikan dengan perkiraan suhu penyimpanan konsumen. Selain itu, kurva ini menggunakan nilai  $a_w$  terukur untuk menyesuaikan dengan kondisi penyimpanan keripik buah selama percobaan dalam penentuan kadar air kesetimbangan. Kadar air kesetimbangan yang diperoleh dan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kadar air kesetimbangannya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil kadar air kesetimbangan (Me) ketiga produk keripik buah dan waktu tercapainya pada beberapa RH penyimpanan

RH (%)	$A_w$	Keripik Nangka		Keripik pisang		Keripik Nanas	
		Me (gH <sub>2</sub> O/g <i>solid</i> )	Waktu (hari)	Me (g H <sub>2</sub> O/g <i>solid</i> )	Waktu (hari)	Me (gH <sub>2</sub> O/g <i>solid</i> )	Waktu (hari)
6,95	0,06	0,0221	4	0,0512	5	0,0346	4
32	0,32	0,0223	5	0,0529	5	0,0350	4
75	0,75	0,0263	5	0,0575	5	0,0389	4
84	0,84	0,0278	5	0,0599	6	0,0389	5
90,3	0,90	0,0300	6	0,0627	6	0,0433	5

Berdasarkan Tabel 3. nilai kadar air kesetimbangan akan meningkat seiring dengan kenaikan nilai kelembaban relatif ataupun aktivitas air. Hal ini disebabkan karena terjadi transfer uap air lingkungan ke dalam produk keripik buah atau sebaliknya terjadi selama penyimpanan hingga terjadi kondisi kesetimbangan antara keripik buah dengan lingkungan (Apriyani *et al.*, 2014). Kadar air kesetimbangan ketiga jenis produk keripik buah yang disimpan pada kondisi kelembaban relatif (RH) 6,95 -90,3% dicapai dengan waktu sekitar 4-6 hari. Semakin tinggi nilai kelembaban relatif (RH) penyimpanan, maka semakin lama waktu yang diperlukan kedua produk untuk

mencapai kondisi setimbang dengan lingkungannya. Produk keripik buah yang disimpan pada kondisi kelembaban relatif rendah yaitu 6,95% membutuhkan waktu yang relatif singkat (4 hari) untuk mencapai kondisi setimbang dengan lingkungannya. Hal ini disebabkan oleh kecilnya selisih nilai kadar air awal dengan kadar air kesetimbangan pada ketiga jenis produk, sehingga proses difusi uap air untuk mencapai keadaan setimbang berlangsung cepat. Selain itu pada aktivitas air yang tinggi terjadi proses adsorpsi terhadap sampel sehingga kadar air menjadi tinggi sedangkan pada aktivitas air yang rendah terjadi proses desorpsi terhadap sampel

sehingga kadar air menjadi rendah (Banoet, 2006).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa berat sampel keripik buah cenderung mengalami penurunan selama dalam penyimpanan pada RH 6,95% atau aktivitas air ( $a_w$ ) 0,07. Sebaliknya sampel keripik buah yang disimpan pada RH yang lebih tinggi yaitu pada RH 75%, 84% dan 90% atau aktivitas air 0,75, 0,84 dan 0,90, berat bahannya cenderung meningkat. Kecenderungan penurunan maupun peningkatan berat bahan tersebut disebabkan oleh adanya proses desorpsi maupun adsorpsi yang terjadi pada produk hingga tercapai kondisi kesetimbangan dengan lingkungannya. Kondisi tersebut menunjukkan adanya fenomena karakteristik hidrasi yaitu merupakan karakteristik yang meliputi interaksi antara bahan pangan dengan molekul air di udara sekitarnya (Pulungan et al., 2018).

Nilai kadar air kesetimbangan pada sampel keripik buah yang diperoleh dari percobaan diplotkan dengan nilai aktivitas air untuk mendapatkan sebuah kurva yang disebut sebagai kurva Isotermi sorpsi air (ISA). Kurva ISA dapat menggambarkan kandungan air yang dimiliki bahan pangan sebagai keadaan relatif tempat penyimpanan, dapat juga digunakan untuk mengetahui stabilitas selama penyimpanan dan berhubungan dengan rencana pengemasan (Winarno, 2004). Kurva ISA yang terbentuk dari suatu produk pangan dapat digunakan untuk menentukan umur simpannya (Leihitu et al., 2021).

### Model kurva Isotermi sorpsi air dan uji ketepatan model

Penggunaan model persamaan kurva ISA dari kadar air kesetimbangan

dimaksudkan untuk mendapatkan gambaran kecenderungan hubungan antara aktivitas air dan kadar air kesetimbangan yang lebih *reliable*. Data hubungan kadar air kesetimbangan dengan  $a_w$  pada penelitian ini diuji dengan menggunakan lima model persamaan, yaitu model Halsey, GAB, Caurie, Oswin dan Chen Clayton. Pemilihan kelima model persamaan yang digunakan pada penelitian ini karena mampu menggambarkan kurva ISA pada rentang nilai  $a_w$  yang luas (Winarno, 2004).

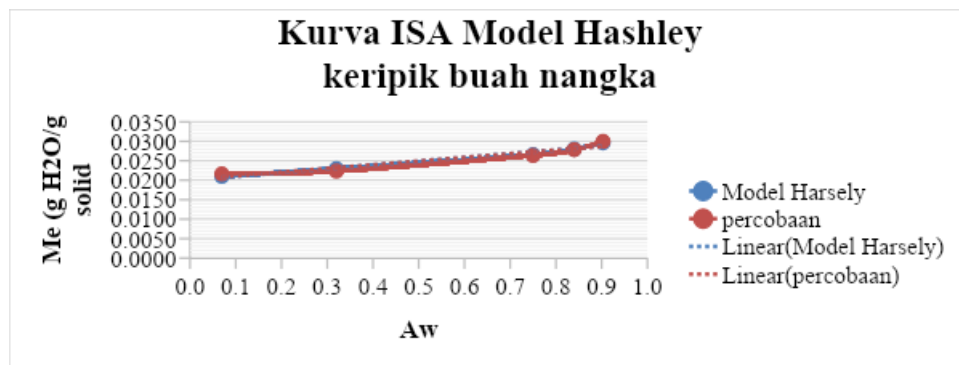
Model-model persamaan nonlinear tersebut kemudian diubah ke dalam bentuk persamaan linear ( $y = a + bx$ ) agar dapat mempermudah perhitungan (Walpole, 1995). Persamaan-persamaan tersebut kemudian digunakan untuk menentukan kadar air kesetimbangan ketiga jenis keripik buah yang digunakan untuk menghitung umur simpan. Keakuratan dan kemulusan kurva isotermis sorpsi air dalam menggambarkan fenomena sorpsi ditentukan berdasarkan semakin berhimpitnya kurva ISA. Berdasarkan Hasil percobaan kurva ISA yang paling tepat untuk keripik nangka adalah model Halsey dan untuk keripik pisang model persamaan yang terpilih yaitu model Chen-Clayton. Model Halsey dan Chen-Clayton pada ketiga produk keripik buah memiliki kurva saling berhimpit dengan kurva ISA percobaan dibandingkan model-model persamaan lainnya. Hal tersebut didukung oleh data evaluasi model dengan cara menghitung nilai *Mean Relative Deviation* (%MRD) pada masing-masing model. Hasil perhitungan nilai MRD terhadap beberapa model persamaan isotermi sorpsi air dalam penentuan umur simpan keripik buah dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil perhitungan nilai MRD model persamaan isotermi sorpsi air

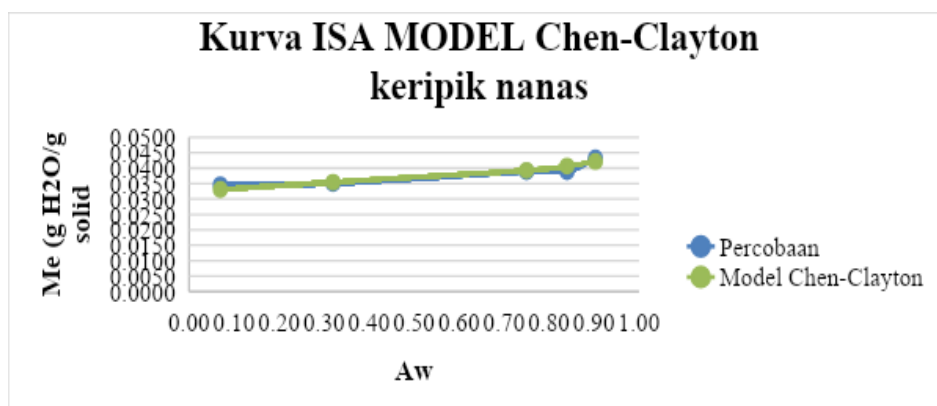
Model Persamaan	MRD		
	Keripik nangka	Keripik nenas	Keripik pisang
Halsey	1,58	49,65	123,31
Chen Clayton	2,18	2,77	1,09
Caurie	2,75	3,08	1,60
Oswin	9,43	5,57	3,96
GAB	10,87	11,61	8,47

Berdasarkan hasil perhitungan model persamaan Hasley menggambarkan keseluruhan kurva isoterme sorpsi air dengan sangat tepat pada produk keripik nangka, yang diperkuat dengan hasil perhitungan nilai MRD paling rendah dibandingkan model-model persamaan lain yaitu 1,58. Selain model persamaan Hasley model Chen Clayton juga dapat menggambarkan keseluruhan kurva isoterme sorpsi air dengan sangat tepat pada produk keripik nanas dan pisang yaitu dengan nilai MRD 2,77 pada keripik nanas dan 1,09 pada keripik pisang.

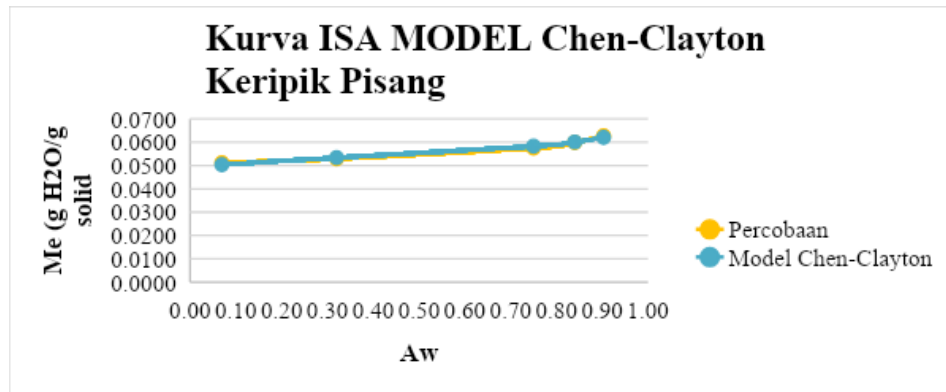
Karena semakin kecil nilai MRD maka semakin tepat model tersebut dalam menggambarkan fenomena isoterme sorpsi air yang terjadi pada keadaan sebenarnya. Kesesuaian setiap model isoterme terhadap isoterme produk pangan tergantung pada kisaran  $a_w$  dan jenis bahan penyusun produk pangan tersebut (Kusnandar *et al.*, 2010). Perbandingan kurva ISA hasil penelitian dengan model persamaan terpilih ketiga jenis produk keripik buah dapat dilihat pada Gambar 2, 3 dan 4.



Gambar 2. Kurva isoterme sorpsi air produk keripik buah nangka hasil penelitian dan model Halsey



Gambar 3. Kurva isoterme sorpsi air produk keripik buah nanas hasil penelitian dan model Chen-Clayton



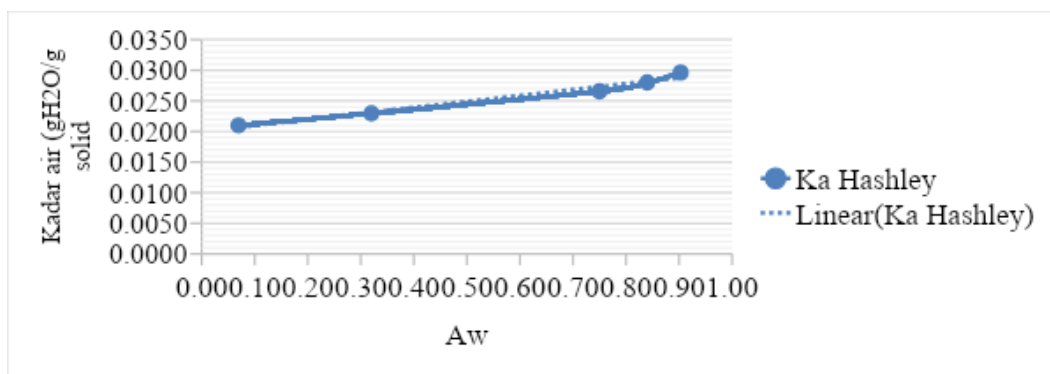
Gambar 4. Kurva isoterme sorpsi air produk keripik buah pisang hasil penelitian dan model Chen-Clayton

Berdasarkan model yang memiliki kurva ISA paling berhimpit dengan model kurva ISA hasil penelitian dapat digunakan untuk menunjukkan nilai kadar air kesetimbangan ( $M_e$ ) yaitu dengan memasukan  $a_w$  75% pada persamaan linier. Persamaan kurva isoterme sorpsi air model Halsey untuk keripik nangka yang dimaksud  $\log (\ln(1/A_w)) = -15,486 -9,4831 \log M_e$  sehingga diperoleh nilai kadar air kesetimbangan pada  $a_w$  75% sebesar  $-0,0537 \text{ g H}_2\text{O/g solid}$ . Sedangkan pada persamaan model Chen-Clayton untuk produk keripik nanas adalah  $\ln(\ln(1/a_w)) = 12,85791-359,043 M_e$  sehingga diperoleh

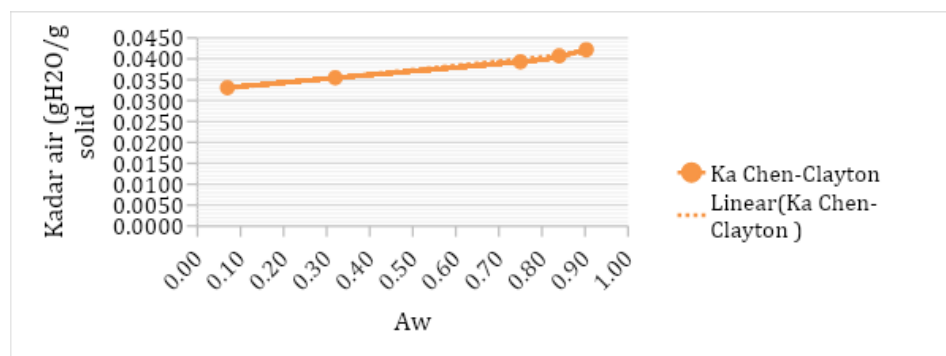
nilai kadar air kesetimbangan sebesar  $0,01128 \text{ g H}_2\text{O/g solid}$  dan persamaan model Chen-Clayton untuk produk keripik pisang adalah  $\ln(\ln(1/a_w)) = 15,072 -279,788$  dengan nilai kadar air kesetimbangan yang diperoleh yaitu  $0,0119 \text{ g H}_2\text{O/g solid}$ .

**Nilai kemiringan (b) kurva isoterm sorpsi air**

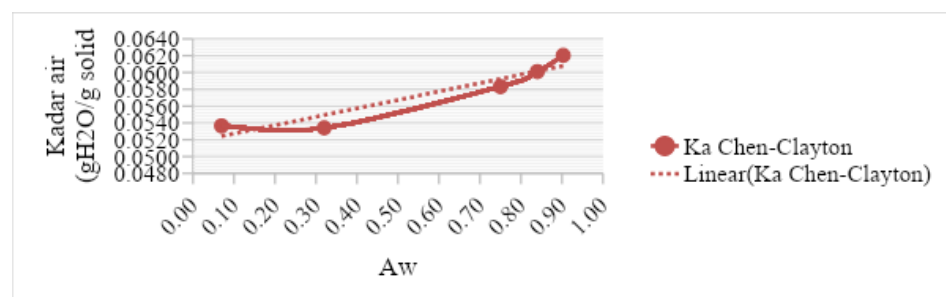
Perhitungan umur simpan berdasarkan persamaan Labuza membutuhkan nilai kemiringan (b) kurva isoterm sorpsi air. Nilai kemiringan (b) untuk ketiga produk keripik buah dapat dilihat pada Gambar 5, 6, dan 7.



Gambar 5. Penentuan kemiringan slope kurva isoterme sorpsi air model Halsey untuk produk keripik nangka



Gambar 6. Penentuan kemiringan slope kurva isoterme sorpsi air model Chen-Clayton untuk produk keripik nanas



Gambar 7. Penentuan kemiringan slope kurva isoterme sorpsi air model Chen-Clayton produk keripik pisang.

Kemiringan (b) kurva sorpsi isoterme ditentukan dari garis lurus yang terbentuk pada kurva model persamaan sorpsi isoterme terpilih. Nilai kemiringan (b) pada penelitian ini diperoleh dari kemiringan kurva ISA yang terpilih yaitu model halsey pada produk keripik nangka dan model Chen-Clayton pada keripik nanas dan pisang. Berdasarkan Gambar 5, 6, dan 7. diketahui bahwa titik-titik hubungan antara aktivitas air dan kadar air kesetimbangan memiliki persamaan linier  $y = bx + a$ . nilai dari persamaan linier tersebut merupakan nilai kemiringan kurva ISA. Nilai kemiringan (b) kurva ISA untuk produk keripik nangka adalah 0,0097, keripik nanas 0,0100 dan nilai kemiringan (b) keripik pisang sebesar 0,0132. Nilai-nilai kemiringan (b) tersebut akan digunakan dalam perhitungan umur simpan produk keripik buah.

#### Variabel pendukung pendukung umur simpan keripik buah

Faktor-faktor di luar unsur sifat produk yang dapat mempengaruhi umur simpan

suatu produk pangan, antara lain permeabilitas kemasan ( $k/x$ ), luas kemasan (A), kelembaban relatif, dan tekanan uap air jenuh ( $P_0$ ).

Kemasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kemasan primer yang digunakan IKM dalam mengemas produk keripik buah. Berdasarkan informasi dari produsen keripik buah, kemasan yang digunakan untuk mengemas produk keripik buah adalah jenis *stand pouch aluminium foil nylon* dan kemasan *metalized plastic paper*. Penggunaan jenis kemasan tersebut dalam penelitian ini untuk melihat pengaruh perbedaan permeabilitas uap air kemasan dalam memperpanjang umur simpan. Permeabilitas uap air kemasan ( $k/x$ ) merupakan kecepatan atau laju transisi uap air melalui suatu unit luasan bahan dengan ketebalan tertentu sebagai akibat adanya perbedaan unit tekanan uap air antara permukaan produk dengan lingkungannya pada suhu dan kelembaban tertentu (Robertson, 2010). Nilai permeabilitas ditentukan dengan cara menentukan nilai WVTR (*Water Vapor Transmission Rate*)

terlebih dahulu. WVTR atau laju transmisi uap air merupakan jumlah uap air yang melewati satu unit permukaan luas dari suatu bahan selama satu satuan waktu pada kondisi suhu dan kelembaban relatif yang konstan. Nilai WVTR diperoleh dari hasil pengujian dengan menggunakan metode ASTM-E96 atau metode desikan yang pada prinsipnya mengukur besarnya uap air yang mampu menembus kemasan dengan cara menghitung pertambahan berat pada bahan penyerap uap air (desikan) yang menyerap uap air dari sisi luar kemasan (Astm, 2004). Satuan unit yang umum dipakai untuk metode ini adalah  $g/m^2/24$  jam (berapa banyak gram uap air yang lewat dalam satuan meter persegi dalam 24 jam). Semakin tinggi nilai WVTR maka permeabilitas kemasan juga tinggi, maka semakin banyak uap air yang keluar dari dalam atau masuk ke dalam kemasan (ASTM, 2016).

Berdasarkan hasil uji, nilai WVTR dari jenis kemasan *stand pouch aluminium foil nylon* adalah  $0,065 g/m^2.hari$  dan jenis kemasan *metalized plastic paper* sebesar  $0,019 g/m^2.hari$ . Dari hasil perhitungan WVTR, nilai permeabilitas kemasan ( $k/x$ ) dapat dihitung dengan cara membagi nilai

WVTR dengan hasil perkalian tekanan uap jenuh pada suhu pengujian ( $30^\circ C$ ) dengan nilai RH 75% yang akan digunakan untuk perhitungan umur simpan. Nilai permeabilitas kemasan ( $k/x$ ) kedua jenis kemasan dapat dilihat pada Tabel 5.

Perbedaan nilai permeabilitas kemasan ( $k/x$ ) tersebut disebabkan perbedaan karakteristik kemasan seperti, bahan penyusunnya dan besar pori-pori kemasan. Semakin besar permeabilitas kemasan, maka semakin mudah migrasi uap air ke dalam kemasan (Alfiyani, 2018). Semakin rendah nilai permeabilitas kemasan ( $k/x$ ), semakin kecil difusi uap air dan gas yang melalui kemasan tersebut. Dari kedua kemasan tersebut, kemasan *Metalize plastic paper* memiliki permeabilitas terhadap uap air yang paling rendah, kemasan yang memiliki nilai permeabilitas kemasan yang rendah baik untuk digunakan dalam mengemas produk kering seperti keripik buah yang memiliki sifat higroskopis yang tinggi karena uap air yang masuk ke dalam kemasan tersebut akan semakin sedikit sehingga dapat mempertahankan kerenyahan dan umur simpan produk keripik buah.

Tabel 5. Nilai permeabilitas ( $k/x$ ) dan WVTR kemasan

Kemasan	Alumunium foil nylon	Metalize plastic paper
WVTR ( $g/m^2/24$ jam)	0,065	0,019
RH (%)	75%	75%
Po (mmHg)	31,824	31,824
$k/x$ ( $g/m^2.hari.mmHg$ )	$2,723 \times 10^{-3}$	$7,960 \times 10^{-4}$

Faktor lain dari kemasan yang perlu diketahui adalah luas kemasan (A) primer yang digunakan. Luas kemasan didapatkan dari panjang kemasan yang dikalikan dengan lebar kemasan. Produk keripik buah dikemas sebanyak 100 gram. Luas kemasan *alumunium foil nylon* yang diperoleh dari hasil percobaan adalah  $0,0528 m^2$  untuk produk keripik buah nangka dan pisang sedangkan luas kemasan *metalize plastic paper* untuk produk keripik nanas adalah  $0,145 m^2$ . Semakin luas permukaan kemasan yang digunakan maka laju difusi

uap air yang masuk ke dalam produk akan semakin tinggi dan akan tersebar lebih meluas di dalam kemasan sehingga kadar air kritis pun akan cepat tercapai dan umur simpan produk pun akan semakin pendek (Pulungan et al., 2018).

Bobot padatan per kemasan ( $W_s$ ) merupakan bobot awal keripik buah yang telah dikoreksi dengan kadar air awal. Bobot padatan keripik buah per kemasan ( $W_s$ ) adalah sebesar 95,7905 g pada produk keripik nangka, 93,4984 g pada produk keripik nanas dan 90,5098 g pada produk

keripik pisang.

Kondisi lingkungan penyimpanan merupakan salah satu faktor utama dalam penentuan umur simpan. Setelah didistribusikan kepada konsumen, diasumsikan produk akan disimpan dalam kondisi pada suhu rata-rata di Indonesia 30°C dengan kelembaban relatif RH 75% yang diasumsikan sebagai suhu penyimpanan produk keripik buah. Dalam penentuan umur simpan, faktor lingkungan yang mempengaruhi perhitungan adalah tekanan uap air jenuh. Tekanan uap air jenuh ( $P_o$ ) dipengaruhi oleh suhu. Tekanan uap air jenuh untuk suhu 30°C adalah 31,824

mmHg. Perhitungan umur simpan akan didasarkan pada kondisi-kondisi tersebut.

### Umur simpan keripik buah

Estimasi umur simpan produk keripik buah dihitung menggunakan persamaan Labuza. Berdasarkan variabel-variabel yang diperoleh sebelumnya, umur simpan ketiga produk keripik buah dapat ditentukan waktunya dengan menggunakan persamaan Labuza. Hasil perhitungan umur simpan melalui persamaan Labuza pada suhu 30°C dengan RH 75% untuk ketiga jenis produk keripik buah dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil perhitungan umur simpan keripik buah

Jenis produk	Umur simpan
Keripik nangka	79 hari/ 2,6 bulan
Keripik nanas	129 hari/4,2 bulan
Keripik pisang	90 hari/3 bulan

Perbedaan umur simpan dapat disebabkan dari perbedaan nilai kadar air yang terkandung pada ketiga produk keripik buah (baik  $M_i$ ,  $M_c$  maupun  $M_e$ ). Selain itu lama nya umur simpan produk keripik buah tergantung dari jenis kemasan yang digunakan. Keripik nangka dan pisang yang dikemas dengan kemasan *aluminium foil nylon* memiliki umur simpan selama 2,6 bulan pada produk keripik nangka dan 3 bulan pada produk keripik pisang. Sedangkan produk keripik nanas yang dikemas dengan kemasan *metalize plastic paper* memiliki umur simpan yang lebih lama yaitu 4,2 bulan dibandingkan dengan produk keripik buah yang dikemas dengan kemasan *aluminium foil nylon* karena permeabilitas kemasan *metalize plastic paper* lebih kecil dibandingkan dengan nilai permeabilitas *aluminium foil nylon* sehingga penurunan kerenyahan lebih cepat mudah terjadi. Hal ini disebabkan oleh kerapatan molekul bahan pengemas *aluminium foil nylon* yang lebih tidak rapat sehingga nilai laju transmisi oksigen dan uap air pada kemasan *aluminium foil nylon* lebih besar dibandingkan dengan kemasan *metalized plastic paper* (Sanjaya, 2007). Rendahnya

permeabilitas uap air berguna dalam mempertahankan keawetan produk karena laju transmisi uap air ke dalam kemasan dapat terhambat. Rendahnya permeabilitas kemasan juga dapat menjaga sifat higroskopis keripik buah dan kerusakan mutunya akibat penetrasi uap air dari luar kemasan (Nurhayati et al., 2017).

### KESIMPULAN

Hasil perhitungan umur simpan produk keripik buah nangka dan pisang yang dikemas dengan kemasan *aluminium foil nylon* disimpan pada suhu 30°C dengan RH 75% adalah 2,6 bulan untuk keripik nangka, dan 3 bulan untuk keripik pisang. Sedangkan prediksi umur simpan produk keripik nanas yang dikemas dengan kemasan *metalize plastic paper* adalah 4,2 bulan.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada UMKM Darsa Lampung Timur yang sudah bersedia untuk bekerjasama dalam menentukan umur simpan produk. Terimakasih kepada Nina

Lutfia, Syahrizal Nasution dan pihak lain yang sudah membantu meneliti dan menyusun penelitian ini hingga akhir.

### DAFTAR PUSTAKA

- Afrozi, S. (2018). Hubungan optimalisasi suhu dan waktu penggorengan pada mesin vacuum frying terhadap peningkatan kualitas keripik pisang kepok. *J-Proteksion: Jurnal Kajian Ilmiah Dan Teknologi Teknik Mesin*, 2(2), 43–52.
- Alfiyani, N. (2018). *Penetapan parameter kurva ISA dalam penentuan umur simpan produk pangan kering metode kadar air kritis*. Bogor Agricultural University (IPB).
- Alfiyani, N., Wulandari, N., & Adawiyah, D. R. (2019). Validasi metode pendugaan umur simpan produk pangan renyah dengan metode kadar air kritis. *Jurnal Mutu Pangan: Indonesian Journal of Food Quality*, 6(1), 1–8.
- Apriyani, M., Hardjomidjojo, H., & Kadarisman, D. (2014). Prospek pengembangan usaha keripik pisang di Bandar Lampung. *MANAJEMEN IKM: Jurnal Manajemen Pengembangan Industri Kecil Menengah*, 9(1), 89–95.
- Arpah, M. (2001). Buku dan monograf penentuan kadaluarsa produk pangan. *Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor*.
- ASTM, I. (2016). E96-standard test methods for water vapor transmission of materials. *Ductwork Insulation City Of Inkster*, 15290(2), 1–9.
- Astm, S. E. (2004). Standard test methods for water vapor transmission of materials—ASTM E96-95. *ASTM: West Conshohocken, PA, USA*.
- Azizah, M. P. N., Hartini, S., & Cahyanti, M. N. (2016). Isoterm sorpsi air dari kerupuk kedelai. *Prosiding Seminar Nasional Kimia Dan Pembelajarannya*, 1, 572–581.
- Banoet, S. E. P. (2006). *Isotermi sorpsi air dan analisa umur simpan kerupuk udang goreng*. Skripsi.
- Batu, R. D. S. L. (2016). Tanggung jawab pelaku usaha terhadap konsumen yang dirugikan akibat keracunan makanan ditinjau dari undang–undang nomor 8 tahun 1999. *Lex Et Societatis*, 4(2).
- Brooker, D. B., Bakker-Arkema, F. W., & Hall, C. W. (1992). *Drying and storage of grains and oilseeds*. Springer Science & Business Media.
- Herawati, H. (2008). Penentuan umur simpan pada produk pangan. *Jurnal Litbang Pertanian*, 27(4), 124–130.
- Hermanto, S. K. (2019). Tanggung jawab pelaku usaha terhadap makanan tanpa tanggal kadaluarsa. *Jurnal Surya Kencana Satu: Dinamika Masalah Hukum Dan Keadilan*, 10.
- Indonesia, P. R. (2019). Peraturan pemerintah RI Nomor 86 Tahun 2019 tentang keamanan pangan. *Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia*.
- Jacobeb, A. M., Nurilmala, M., & Hutasoit, N. (2010). Penentuan umur simpan fish snack (produk ekstrusi) menggunakan metode akselerasi dengan pendekatan kadar air kritis dan metode konvensional. *Akuatik: Jurnal Sumberdaya Perairan*, 4(1).
- Kusnandar, F., Adawiyah, D. R., & Fitria, M. (2010). Pendugaan umur simpan produk biskuit dengan metode akselerasi berdasarkan pendekatan kadar air kritis [accelerated shelf-life testing of biscuits using a critical moisture content approach]. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 21(2), 117–117.
- Labuza, T. P. (1982). *Shelf-life dating of foods*. Food & Nutrition Press, Inc.
- Leihitu, P. E., Nugroho, G. A., Pandeirot, B. N., Zandrato, B. J., Rodo, P., Putirulan, C. N., Rahmawati, E., Wardana, V. S., Permata, T. E., & Handoko, Y. A. (2021). Pengaruh pelapisan chitosan terhadap daya simpan buah mangga (*Mangifera indica* L.). *Agritech: Jurnal Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Purwokerto*, 23(1),

- 57–60.
- Lestari, S. M. (2015). Karakterisasi fisikokimia kerupuk melinjo sebagai upaya diversifikasi produk olahan melinjo. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, 1(1), 131–135.
- Manikantan, M. R., Sharma, R., Kasturi, R., & Varadharaju, N. (2014). Storage stability of banana chips in polypropylene based nanocomposite packaging films. *Journal of Food Science and Technology*, 51, 2990–3001.
- Nielsen, S. S., & Bradley, R. L. (2010). Moisture and total solids analysis. *Food Analysis*, 85–104.
- Nurhayati, R., NH, E. R., Susanto, A., & Khasanah, Y. (2017). Shelf life prediction for canned gudeg using accelerated shelf life testing (ASLT) based on Arrhenius method. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 193(1), 012025.
- Pulungan, M. H., Dewi, I. A., Rahmah, N. L., Perdani, C. G., Wardina, K., & Pujiana, D. (2018). *Teknologi pengemasan dan penyimpanan*. Universitas Brawijaya Press.
- Putri, D. P., Yulianti, L. E., & Afifah, N. (2021). Accelerated shelf life testing of mocatilla chip using critical moisture content approach and models of sorption Isotherms. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1011(1), 012023.
- Rahayu, W. P., & Arpah, M. (2003). Penuntun teknis: penetapan kadaluarsa produk industri kecil pangan. *Bogor (ID): Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fateta, IPB*.
- Robertson, G. L. (2010). Food quality and indices of failure. *Food Packaging and Shelf Life*, 17.
- Sanjaya, Y. (2007). *Pengaruh lama perputaran spinner dalam pembuatan keripik salak (Salacca edulis Reinw) terhadap pendugaan umur simpan dengan kemasan plastik oriented polypropylene (OPP), metalized (Co-PP/Me) dan alumunium foil*. Library of IPB University.
- Walpole, R. E. (1995). *Pengantar statistika*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Winarno, F. G. (2004). *Kimia pangan dan gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Yang, J., Martin, A., Richardson, S., & Wu, C.-H. (2017). Microstructure investigation and its effects on moisture sorption in fried potato chips. *Journal of Food Engineering*, 214, 117–128.