

## Pendugaan Umur Simpan Kerupuk Ikan dalam Berbagai Jenis Kemasan dengan Metode Akselerasi Melalui Pendekatan Kadar Air Kritis

### *Shelf Life Estimation of Fish Crackers in Various Type of Packaging by Acceleration Method Through Critical Moisture Approach*

Marleen Sunyoto<sup>1)</sup>, Mohamad Djali<sup>1)</sup>, Mila Syafaah<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran

<sup>2)</sup>Alumnus Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran

Jalan Raya Bandung-Sumedang Km.21, Jatinangor

Email korespondensi: \*)emhaer@yahoo.co.id ; agusdjali@yahoo.com ; mila.syafaah31@gmail.com

---

#### ARTICLE INFO

##### *Article history*

Received: 17 Mei 2017

Accepted: 6 Juli 2017

Available online: 12 Februari 2018

##### *Keywords :*

*fish crackers*

*low moisture content*

*critical moisture content*

*packaging*

*shelf life*

---

##### *Kata kunci :*

*kerupuk ikan*

*kadar air rendah*

*kadar air kritis*

*kemasan*

*umur simpan*

---

#### ABSTRACT

*Fish crackers produced from the fish extract by SMEs "Dua Saudara" in Eretan Village, Indramayu Regency, has a low water content. It is easily damaged because of absorbing moisture, characterized by a decrease in crispness that can shorten the shelf life. Packaging which has a value of low water vapor permeability is required so that the product has a longer shelf life to maintain its quality. The aim of the research was to obtain a shelf life of fish cracker products in various types of packaging through approach method of critical water content, that is, the water content when the fish start to lose its crispness at .0659 g H<sub>2</sub>O / g solid (bk). The study was conducted with descriptive experimental method, followed by regression analysis that consisted of three treatments; fish crackers packed with plastic polypropylene (PP) 0.03 mm, 0.08 mm and metalized packaging. The results showed, although fish crackers were kept under the same conditions ie 76% RH, they still produced different shelf life. Storage with metalized packaging, produced a shelf life of 8 months 29 days, 0.08 mm polypropylene (PP) packaging gave a shelf life of 4 months and 21 days, while the 0.03 mm PP packaging has a shelf life of 22 days. The smaller the value of the permeability of the packaging, the longer the shelf life is produced.*

---

#### ABSTRAK

Kerupuk ikan yang diproduksi dari sari ikan oleh UKM "Dua Saudara" di desa Eretan, Kabupaten Indramayu, memiliki kadar air yang rendah, mudah mengalami kerusakan karena menyerap uap air, ditandai dengan penurunan kerenyahan yang dapat memperpendek umur simpannya. Kemasan yang memiliki nilai permeabilitas uap air yang rendah diperlukan supaya produk tersebut memiliki umur simpan yang lebih lama untuk menjaga kualitasnya. Tujuan dari penelitian adalah untuk memperoleh umur simpan dari produk kerupuk ikan dalam berbagai jenis kemasan melalui metode pendekatan kadar air kritis, yaitu kadar air ketika kerupuk ikan mulai kehilangan kerenyahannya pada 0,0659 g H<sub>2</sub>O/g solid (bk). Penelitian dilakukan dengan metode eksperimental deskriptif yang dilanjutkan dengan analisis regresi, terdiri dari tiga perlakuan; kerupuk ikan yang dikemas dengan plastik polipropilen (PP) 0,03 mm, PP 0,08 mm dan kemasan *metalized*. Hasil penelitian menunjukkan, walau kerupuk ikan disimpan pada kondisi yang sama yaitu RH 76% memberikan umur simpan berbeda. Kemasan *metalized* menghasilkan umur simpan 8 bulan 29 hari, kemasan PP 0,08 mm 4 bulan 21 hari, sedangkan kemasan PP 0,03 mm mempunyai umur simpan 22 hari. Semakin kecil nilai permeabilitas kemasan, semakin lama umur simpan yang dihasilkan.

---

## Pendahuluan

UKM “Dua Saudara” yang terletak di desa Eretan, Kabupaten Indramayu memanfaatkan sari ikan untuk diolah menjadi kerupuk ikan. Kerupuk ikan yang diproduksi memiliki kadar air yang rendah, sehingga mudah mengalami kerusakan berupa penyerapan uap air sehingga kerupuk mengalami penurunan kerenyahan. Kerupuk ikan yang kadar airnya meningkat akan memperpendek umur simpan.

Umur simpan merupakan suatu parameter ketahanan produk selama penyimpanan. Produk olahan kerupuk ikan UKM “Dua Saudara” tersebut perlu diketahui umur simpannya untuk meningkatkan kepercayaan konsumen serta menjadi salah satu persyaratan dalam *labelling* kemasan bahan pangan. Di Indonesia, kewajiban pencantuman masa kadaluarsa pada label pangan diatur dalam Undang - Undang Pangan No.7/1996 serta Peraturan Pemerintah No. 69/1999 tentang Label dan Iklan Pangan, dimana setiap industri pangan wajib mencantumkan tanggal kadaluarsa pada setiap kemasan produk pangan.

Penentuan umur simpan produk pangan dilakukan dengan dua metode, yaitu metode konvensional dan metode akselerasi. Metode konvensional membutuhkan waktu yang lama karena pendugaan umur simpan dilakukan pada kondisi normal sehari-hari, sedangkan metode lain dapat menduga umur simpan dalam waktu yang relatif singkat yaitu metode akselerasi dimana produk pangan disimpan pada lingkungan yang menyebabkannya cepat rusak (Arpah, 2001). Pendugaan umur simpan dengan metode akselerasi dilakukan melalui dua pendekatan yaitu model Arrhenius dan model kadar air kritis (model Labuza).

Model Arrhenius biasanya digunakan untuk produk yang sensitif terhadap perubahan suhu penyimpanan, diantaranya produk pangan yang mudah mengalami kerusakan karena *tengik* (oksidasi lemak), reaksi mikrobiologis, perubahan warna oleh reaksi pencoklatan, atau kerusakan vitamin C (Kusnandar, 2006). Model kadar air kritis biasanya digunakan untuk produk pangan yang relatif mudah rusak akibat penyerapan uap air dari lingkungan (Labuza, 1982 *dikutip* Fitria, 2007). Model kadar air kritis biasanya digunakan pada pendugaan umur simpan produk-produk yang sensitif terhadap perubahan kadar air, seperti pada beberapa produk makanan kering diantaranya adalah kerupuk ikan.

Umur simpan merupakan parameter ketahanan produk yang berkaitan erat dengan jenis kemasan yang digunakan (Kilcast dan Subramaniam, 2000). Pengemasan kerupuk ikan UKM “Dua Saudara” hanya menggunakan kemasan plastik *polipropilen* dengan ketebalan 0,03 mm. Dengan pengemasan seperti ini, produk kerupuk ikan yang digoreng tidak dapat bertahan lama dikarenakan cepat mengalami perubahan mutu berupa penurunan kerenyahan dan ketengikan. Perlu adanya upaya untuk memperpanjang umur simpan produk dengan cara pemilihan jenis kemasan yang sesuai. Menurut Sampurno (2012), bahan pangan yang

mengalami proses penggorengan seperti kerupuk harus dikemas dengan kemasan yang dapat mencegah ketengikan dan mempunyai permeabilitas yang rendah terhadap oksigen dan uap air, seperti plastik *polipropilen* (PP) dan kemasan *metalized*.

Plastik polipropilen merupakan jenis plastik yang memiliki ketahanan yang baik terhadap lemak dan permeabilitas uap air rendah (Syarieff, Isyana dan Santausa, 1989). Adapun kemasan *metalized* merupakan plastik yang telah dilapisi alumunium. Kemasan *metalized* sesuai untuk mengemas makanan kering karena memiliki ketahanan yang baik terhadap uap air dan gas serta tidak meneruskan cahaya dan menghambat masuknya oksigen (Brown, 1992 *dalam* Arpah, 2001).

Berdasarkan uraian permasalahan diatas, maka perlu dilakukan penelitian untuk menentukan umur simpan dari produk kerupuk ikan yang dikemas dengan plastik PP 0,03 mm, 0,08 mm dan plastik *metalized*, sehingga dapat memberikan informasi kepada konsumen tentang umur simpan dari kerupuk ikan tersebut.

## Metodologi

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kerupuk ikan yang diperoleh dari UKM “Dua Saudara” di Desa Eretan, Kecamatan Kandanghaur, Kabupaten Indramayu, Jawa Barat, plastik *Polipropilen* (PP) 0,03 mm, plastik *Polipropilen* (PP) 0,08 mm, kemasan *metalized*.

## Pengukuran kadar air awal produk ( $M_i$ )

Pengukuran kadar air awal perlu dilakukan untuk mengetahui kondisi awal produk. Pengukuran kadar air awal kerupuk ikan dilakukan dengan metode oven atau gravimetri (AOAC, 2000).

Cawan bersih kosong dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 1 jam, kemudian didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang. Selanjutnya cawan dikeringkan kembali selama 30 menit hingga mencapai berat konstan yang dinyatakan sebagai  $W_1$ . Sebanyak 1 gram sampel kerupuk ikan ( $W_2$ ) yang telah dilahuskan dimasukkan kedalam cawan dan dioven pada suhu 105°C selama 3 jam sampai mencapai berat konstan. Setelah itu, cawan yang berisi sampel didinginkan dalam desikator selama 15 menit lalu ditimbang ( $W_3$ ). Kadar air dihitung dengan rumus:

$$M_i = \frac{(W_1 + W_2) - W_3}{(W_3 - W_1)} gH_2O/gsolid$$

## Pengukuran kadar air kritis ( $M_c$ )

Kadar air kritis merupakan kadar air ketika suatu produk mengalami kerusakan dan tidak dapat diterima lagi oleh konsumen (Budjianto, *et al.*, 2010). Pengukuran kadar air kritis digunakan untuk mengetahui batas kadar air maksimal produk pangan yang menjadi batas antara layak atau tidaknya produk tersebut untuk dikonsumsi. Penentuan kadar air kritis dilakukan dengan cara menyimpan kerupuk ikan tanpa dikemas dan diketahui

kadar air awalnya dalam desikator termodifikasi yang berisi larutan NaCl jenuh yang memiliki RH ruangan (RH 76%) dan suhu ruang  $25^{\circ}\text{C} \pm 2$ . Sampel dianalisis kadar air dan dilakukan uji penerimaan produk secara hedonik setiap 1 jam sekali selama 7 jam. Penentuan nilai kadar air kritis ditentukan dengan uji organoleptik hingga panelis menolak produk kerupuk ikan tersebut.

### Penentuan kadar air kesetimbangan ( $M_e$ ) dan Kurva Sorpsi Isothermis

Kadar air kesetimbangan merupakan kadar air dari bahan tersebut setelah berada pada suatu kondisi lingkungannya dalam periode waktu yang lama. Penentuan kadar air kesetimbangan dilakukan dengan menyimpan kerupuk ikan yang belum dikemas dalam desikator yang telah dimodifikasi hingga tidak terjadi penambahan berat kerupuk ikan.

Cawan aluminium yang berisi sampel dimasukkan kedalam desikator yang berisi larutan garam jenuh dan disimpan pada suhu ruang. Penentuan jumlah garam yang digunakan dalam pembuatan larutan garam jenuh telah dilakukan pada percobaan pendahuluan dapat dilihat pada Tabel 1. Sampel ditimbang secara periodik setiap 24 jam hingga mempunyai bobot yang setimbang. Menurut Lioyonen dan Ross (2000) dikutip Fitria (2007), bobot sampel dikatakan setimbang jika selisih dari 3 penimbangan berturut-turut  $\leq 2$  mg pada RH dibawah 90% dan  $\leq 10$  mg pada RH diatas 90%. Sampel yang bobotnya telah konstan kemudian diukur kadar airnya dan merupakan kadar air kesetimbangan. Penentuan kadar air kesetimbangan ini menggunakan berbagai macam larutan garam jenuh dengan RH yang berbeda, hal ini bertujuan untuk memudahkan pembuatan kurva sorpsi isothermis.

**Tabel 1.** RH Larutan Garam Jenuh pada Suhu  $30^{\circ}\text{C}$

| Larutan Garam Jenuh            | RH (%) | Garam (gram) | Akuades (ml) |
|--------------------------------|--------|--------------|--------------|
| NaOH                           | 6      | 150          | 85           |
| MgCl <sub>2</sub>              | 32     | 200          | 25           |
| K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> | 44     | 200          | 90           |
| NaCl                           | 75     | 200          | 60           |
| KCl                            | 84     | 200          | 80           |

Sumber: Spiess dan Wolf (1987)

Sampel yang telah ditentukan kadar air kesetimbangan pada berbagai macam RH kemudian dibuat kurva sorpsi isothermis dengan memplotkan kadar air kesetimbangan dan aktivitas air kesetimbangan ( $a_w$ ).

### Penentuan Model Sorpsi Isothermis

Nilai kadar air kesetimbangan ( $M_e$ ) bersama nilai  $a_w$  dimasukkan kedalam model persamaan sorpsi isothermis yang dapat dilihat pada Tabel 3. Model persamaan sorpsi isothermis ini kemudian dievaluasi nilai MRD (*Mean Relative Determination*). Jika nilai MRD  $< 5$  maka model sorpsi isothermis tersebut dapat menggambarkan keadaan sebenarnya atau sangat tepat. Model sorpsi isothermis dengan  $5 < \text{MRD} < 10$  maka model tersebut agak tepat menggambarkan keadaan sebenarnya. Model sorpsi

isothermis dengan MRD  $> 10$  maka model tersebut tidak tepat menggambarkan kondisi sebenarnya (Walpole, 1995).

$$\text{MRD} = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{M_i - M_{pi}}{M_i} \right|$$

Dimana :

$M_i$  : kadar air percobaan

$M_{pi}$  : kadar air perhitungan

N : jumlah data

Setelah diperoleh nilai MRD dari masing-masing model sorpsi isothermis, selanjutnya dipilih salah satu model sorpsi isothermis yang memiliki nilai MRD  $< 5$ . Menurut Kusnandar *et al.* (2010) model sorpsi isothermis yang memiliki nilai MRD  $< 5$ , artinya model tersebut dapat menggambarkan keadaan sebenarnya.

### Penentuan parameter pendukung

#### 1. Nilai permeabilitas kemasan ( $k/x$ )

Permeabilitas kemasan adalah kemampuan kemasan melewati partikel gas dan uap air pada suatu unit luasan bahan pada suatu kondisi tertentu. Metode yang digunakan untuk mengukur permeabilitas kemasan adalah gravimetri. Dalam metode ini digunakan suatu desikan (*silica gel*) yang bisa menyerap uap air dan menjaga agar tekanan uap air tetap rendah. Salah satunya silica gel, yang kemudian dikemas dengan kemasan yang akan diukur permeabilitasnya. Kemasan yang digunakan yaitu *metalized*, plastik PP 0,03 mm dan plastik PP 0,08 mm. Kemasan yang diisi desikan kemudian disimpan didalam desikator yang telah dimodifikasi. Pengamatan dilakukan dengan cara menimbang desikan yang dikemas setiap hari. Laju uap air yang masuk kedalam kemasan ditandai dengan bertambahnya berat desikan dinyatakan sebagai nilai permeabilitas kemasan terhadap uap air.

2. Nilai b (kemiringan kurva) diperoleh dari gradien kurva model persamaan sorpsi isothermis yang dipilih.

3. Nilai luas penampang kemasan (A)

4. Nilai total padatan ( $W_s$ )

$$W_s = W_o \times \left( \frac{\% \text{ solid}}{100} \right)$$

$$\% \text{ solid} = \left( 1 - \left( \frac{m_o}{1 + m_o} \right) \right) \times 100$$

Dimana :

$M_o$  : kadar air awal

$W_o$  : bobot produk awal

### Pendugaan Umur Simpan

Perhitungan pendugaan umur simpan menggunakan model Labuza yaitu :

$$\theta = \frac{\ln \left( \frac{M_e - M_i}{M_e - M_c} \right)}{\frac{k}{x} \left( \frac{A}{W_s} \right) \frac{P_o}{b}}$$

Dimana :

$\theta$  : waktu perkiraan umur simpan (hari)

$M_e$  : kadar air kesetimbangan ( $\text{gH}_2\text{O/g solid}$ )

$M_i$  : kadar air awal (g  $H_2O$ /g solid)  
 $M_c$  : kadar air kritis (g  $H_2O$ /g solid)  
 $k/x$  : konstanta permeabilitas kemasan (g  $H_2O$ /m<sup>2</sup> hari mmHg)  
 $A$  : luas penampang kemasan (m<sup>2</sup>)  
 $W_s$  : berat kering produk (g)  
 $P_o$  : tekanan uap jenuh (mmHg)  
 $b$  : kemiringan kurva sorpsi isotermis

## Hasil dan Pembahasan

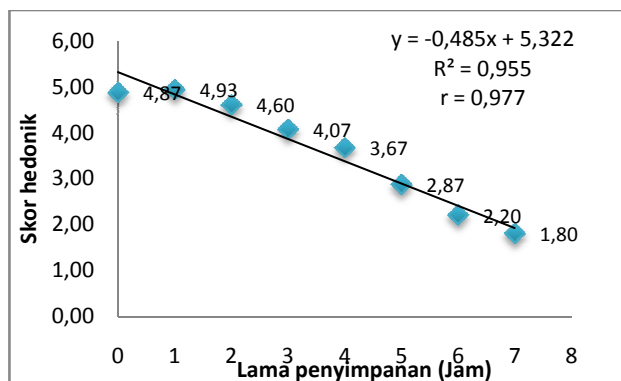
### Kadar Air Awal

Kadar air awal produk ( $M_i$ ) merupakan kadar air yang dimiliki suatu produk sesaat setelah diproduksi dan siap untuk dipasarkan. Penentuan kadar air awal merupakan langkah pertama dalam menentukan umur simpan dengan metode pendekatan kadar air kritis. Berdasarkan hasil pengujian kadar air awal, diketahui bahwa kerupuk ikan memiliki kadar air awal sebesar 2,91% (b.b) atau setara dengan 3% (b.k). Kadar air produk kerupuk ikan ini telah sesuai dengan SNI 01-2713-1999 mengenai syarat mutu kerupuk ikan, dimana kadar air maksimal kerupuk ikan adalah 11%.

### Kadar Air Kritis

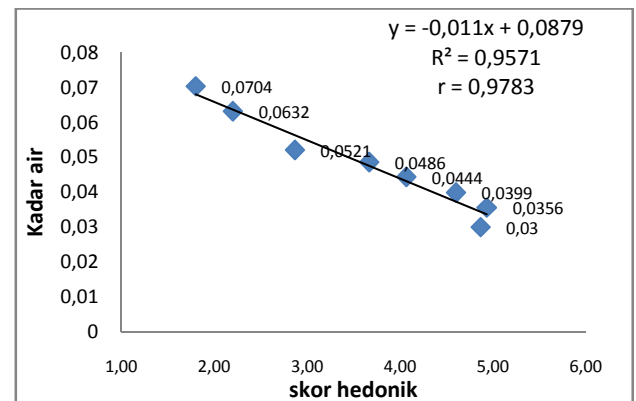
Kadar air kritis merupakan kadar air ketika produk mengalami kerusakan dan tidak dapat diterima lagi oleh konsumen secara organoleptik (Budjianto, *et al.*, 2010). Menurut Floros dan Gnanasekharan (1993) dalam Arpah (2001), penurunan mutu pada produk pangan kering seperti kerupuk yaitu berupa penyerapan uap air yang dapat meningkatkan kadar air serta perubahan tekstur. Maka dari itu, kadar air merupakan parameter kritis yang mempengaruhi penerimaan konsumen karena akan menentukan kerenyahan kerupuk.

Penentuan kadar air kritis kerupuk ikan pada penelitian ini ditentukan berdasarkan uji organoleptik secara hedonik oleh 15 orang panelis. Parameter yang diujikan adalah kerenyahan. Pengujian dilakukan dengan mengamati kerenyahan kerupuk setiap jam hingga panelis menyatakan tidak suka. Skor 2 dari skala 5 pada uji organoleptik ditetapkan sebagai batas penolakan panelis terhadap produk yang merupakan skor tidak suka. Hubungan lama penyimpanan dengan skor hedonik kerupuk ikan dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Kurva Hubungan Antara Lama Penyimpanan dengan Skor Hedonik Kerenyahan Kerupuk Ikan

Berdasarkan Gambar 1, diketahui bahwa kerenyahan kerupuk ikan mulai tidak disukai setelah penyimpanan jam ke 6. Hal ini ditunjukkan dengan nilai rata-rata yang diberikan oleh panelis, dimana pada penyimpanan jam ke 6 nilai kerenyahan yang diberikan oleh panelis sebesar 2,20. Nilai ini menunjukkan bahwa kerupuk sudah termasuk dalam skala tidak suka. Rata-rata skor hedonik kerenyahan selama penyimpanan yang diperoleh selanjutnya diplotkan dengan kadar air kerupuk ikan yang telah diukur setiap penyimpanan 1 jam sehingga diperoleh kurva hubungan kadar air terhadap skor hedonik kerenyahan kerupuk ikan yang dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Kurva Hubungan Antara Kadar Air dengan Skor Hedonik Kerenyahan Kerupuk Ikan

Persamaan linear yang diperoleh dari kurva hubungan antara nilai kadar air dengan skor hedonik kerenyahan pada Gambar 2 digunakan untuk penentuan kadar air kritis. Kadar air kritis diperoleh dengan memplotkan skor 2 ke dalam persamaan linear hasil regresi dari kurva hubungan antara kadar air dengan skor hedonik. Skor 2 ini merupakan batas penolakan panelis, dimana seluruh panelis sudah menyatakan tidak suka pada kerenyahan kerupuk ikan. Taraf tidak suka dipilih sebagai batas minimal penolakan konsumen terhadap kerenyahan kerupuk ikan, namun kerupuk ikan masih layak untuk dikonsumsi. Berdasarkan hasil percobaan, persamaan linear yang diperoleh adalah  $y = -0,0110x + 0,0879$ . Berdasarkan persamaan tersebut dapat ditentukan kadar air kritis produk kerupuk ikan. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai kadar air kritis kerupuk ikan adalah 6,59% (b.k).

Peningkatan kadar air dari keadaan awal yaitu 3% menjadi 6,59% selama penyimpanan memberikan pengaruh besar terhadap penerimaan kerupuk ikan oleh panelis, terutama pada karakteristik kerenyahan. Kerupuk ikan yang awalnya memiliki karakteristik renyah, setelah dilakukan penyimpanan menjadi tidak renyah, karena kerupuk ikan menyerap air dari lingkungan sehingga kadar air kerupuk menjadi meningkat. Menurut Piazza dan Masi (1997) dikutip Nugroho (2007) kerenyahan dipengaruhi oleh sejumlah air terikat pada matriks karbohidrat yang mempengaruhi pergerakan relatif dari daerah kristalin dan amorf. Hal ini juga didukung oleh

pernyataan Katz dan Labuza (1981) dikutip Rahmina (2014) bahwa uap air yang terserap oleh bahan pangan akan melarutkan matriks pati dan protein yang mengakibatkan perubahan kekuatan mekanik termasuk kerenyahan.

### Kadar Air Kesetimbangan dan Kurva Sorpsi Isotermis

Kadar air kesetimbangan ( $M_e$ ) digunakan untuk menggambarkan kurva sorpsi isotermis suatu produk. Penentuan kadar air kesetimbangan dilakukan dengan mengondisikan sampel kerupuk ikan dalam berbagai jenis larutan garam jenuh dengan kelembaban relatif yang berbeda-beda. Nilai RH dari masing-masing larutan garam jenuh dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Nilai RH Larutan Garam Jenuh Hasil Percobaan pada Suhu 25°C

| Larutan Garam Jenuh            | RH (%) |
|--------------------------------|--------|
| Natrium Hidroksida (NaOH)      | 20     |
| Magnesium Klorida ( $MgCl_2$ ) | 33     |
| Kalium Karbonat ( $K_2CO_3$ )  | 42     |
| Natrium Klorida (NaCl)         | 77     |
| Kalium Klorida (KCl)           | 88     |

Penggunaan nilai kelembaban relatif (RH) yang bervariasi bertujuan untuk menggambarkan secara keseluruhan rentang aktifitas air serta untuk memperoleh kurva sorpsi isotermis yang tepat dan untuk menentukan umur simpan kerupuk ikan. Selama penyimpanan sampel dalam berbagai RH akan terjadi interaksi antara bahan pangan dengan lingkungannya. Dimana uap air akan berpindah dari lingkungan ke dalam produk ataupun sebaliknya hingga tercapai kondisi yang setimbang. Kondisi setimbang dapat diketahui dengan menimbang sampel setiap hari untuk dihitung penambahan atau pengurangan beratnya setiap hari yang menandakan bertambah atau berkurangnya kadar air dalam kerupuk. Bobot bahan dikatakan konstan jika selisih bobot antara tiga kali penimbangan berturut-turut tidak lebih dari 2 mg/g untuk kondisi  $RH \leq 90\%$  dan tidak lebih dari 10 mg/g untuk kondisi  $RH > 90\%$  (Lioyonen dan Ross, 2000 dikutip Fitria, 2007). Adapun kadar air kesetimbangan produk yang diperoleh dari hasil percobaan pada berbagai RH dan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kadar air kesetimbangannya disajikan pada Tabel 3.

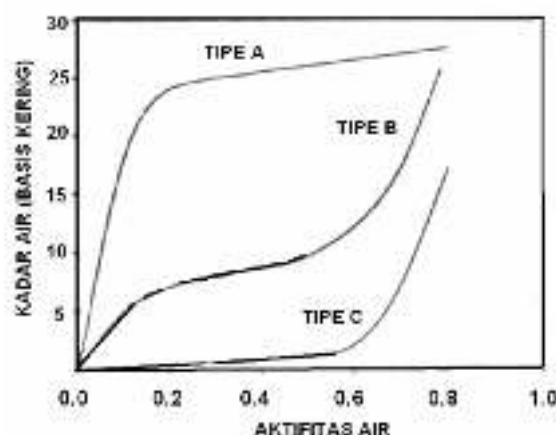
**Tabel 3.** Kadar Air Kesetimbangan Kerupuk Ikan dan Waktu Tercapainya Kesetimbangan

| Jenis Garam | RH (%) | $a_w$ | Waktu Setimbang (hari) | Kadar Air (%b.k) |
|-------------|--------|-------|------------------------|------------------|
| NaOH        | 20     | 0,20  | 6                      | 2,22             |
| $MgCl_2$    | 33     | 0,33  | 5                      | 3,32             |
| $K_2CO_3$   | 42     | 0,42  | 5                      | 4,18             |
| NaCl        | 77     | 0,77  | 9                      | 12,26            |
| KCl         | 88     | 0,88  | 10                     | 16,80            |

Berdasarkan Tabel 3, dapat dilihat kadar air kesetimbangan kerupuk ikan yang disimpan pada RH rendah ( $< 50\%$ ) tercapai pada waktu 5 – 6 hari, sedangkan kerupuk ikan yang disimpan pada RH tinggi membutuhkan waktu antara 9 – 10 hari. Berdasarkan hasil percobaan, kerupuk ikan yang disimpan pada RH 20% mengalami penurunan berat melalui proses desorpsi. Hal ini disebabkan karena  $a_w$  lingkungan lebih rendah dari  $a_w$  produk yaitu 0,432, sehingga terjadi proses desorpsi dimana produk melepas air ke lingkungan yang memiliki  $a_w$  lebih tinggi untuk mencapai kondisi seimbang. Hal ini didukung oleh pernyataan Brooker *et al.* (1992) dalam Arpah (2001) bahwa pada kelembaban relatif lingkungan yang lebih rendah daripada kelembaban bahan menyebabkan terjadinya distribusi uap air dari bahan ke lingkungan melalui proses penguapan atau desorpsi.

Kerupuk ikan yang disimpan pada RH 33% dan 42% mengalami penambahan berat namun tidak terlalu besar. Hal ini disebabkan karena selisih nilai  $a_w$  produk yang kecil dengan RH penyimpanan, sehingga waktu yang diperlukan untuk mencapai kesetimbangan semakin singkat akibat proses difusi uap air yang semakin cepat. Sedangkan pada kerupuk ikan yang disimpan pada RH 77% dan 88% kerupuk ikan mengalami penambahan berat yang cukup besar. Kenaikan bobot sampel yang cukup besar ini terjadi karena proses adsorpsi, dimana perpindahan uap air terjadi dari lingkungan ke produk, karena  $a_w$  produk lebih rendah daripada RH lingkungan penyimpanan. Hal ini didukung oleh pernyataan Winarno (2004) bahwa bila kadar air bahan rendah sedangkan RH disekitarnya tinggi, maka akan terjadi proses adsorpsi yaitu penyerapan uap air dari udara oleh bahan sehingga bahan menjadi lembab atau kadar airnya menjadi lebih tinggi. Kadar air kesetimbangan yang telah diperoleh dari hasil percobaan selanjutnya digunakan untuk pembuatan kurva sorpsi isotermis.

Kurva sorpsi isotermis merupakan kurva yang menggambarkan hubungan antara aktivitas air ( $a_w$ ) atau kelembaban relatif kesetimbangan pada ruang penyimpanan (ERH) dengan kandungan air per gram suatu bahan pangan (Winarno, 2004). Menurut Bell dan Labuza (2000) ada tiga tipe bentuk kurva sorpsi isotermis seperti pada Gambar 3.

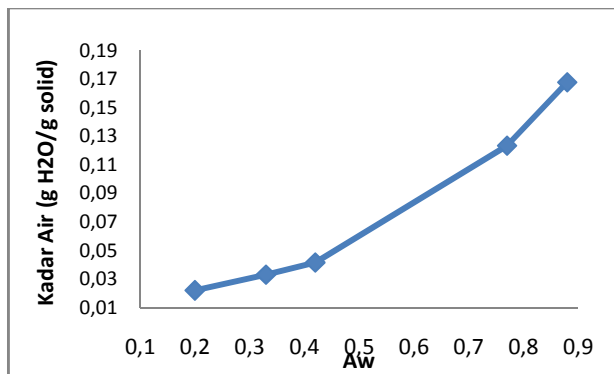


**Gambar 3.** Klasifikasi Sorpsi Isothermis Air  
(Sumber: Bell dan Labuza, 2000)



Berdasarkan Gambar 3 ada tiga tipe bentuk kurva, yaitu tipe A adalah bentuk kurva sorpsi yang khas untuk bahan antikempal, tipe B adalah bentuk kurva sorpsi yang paling banyak ditemui pada produk pangan yaitu sigmoid dan tipe C mewakili kurva sorpsi untuk bahan kristal seperti sukrosa.

Kurva sorpsi isoteremis diperoleh dengan memplotkan nilai kadar air kesetimbangan yang diperoleh dari hasil percobaan dengan nilai aktifitas air ( $a_w$ ) atau RH lingkungannya. Kurva sorpsi isoteremis produk kerupuk ikan dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Kurva Sorpsi Isoteremis Kerupuk Ikan

Berdasarkan kurva sorpsi isoteremis kerupuk ikan pada Gambar 4, kerupuk ikan yang disimpan pada berbagai kondisi RH mengalami proses adsorpsi dan desorpsi selama penyimpanan, sehingga menghasilkan kurva yang berbentuk sigmoid. Berdasarkan Gambar 3, kurva sorpsi isoteremis kerupuk ikan termasuk kedalam bentuk tipe B, dimana kurva tipe B memiliki bentuk

sigmoid dan paling banyak ditemui pada produk pangan. Menurut Aini, Prihananto dan Wijonarko (2014) bahan makanan kering umumnya memiliki kurva sorpsi isoteremis berbentuk sigmoid. Hal ini juga didukung oleh penelitian sebelumnya diantaranya penelitian Artasari (2014) bahwa kurva sorpsi isoteremis kerupuk kulit ikan buntal pisang berbentuk sigmoid, dan penelitian Rahhmina (2014) yang menyatakan bahwa kurva sorpsi isoteremis keripik siput laut memiliki bentuk sigmoid. Adawiyah dan Soekarto (2010) juga menyatakan bahwa bahan pangan yang bahan penyusun utamanya tapioka memperlihatkan pola sorpsi isoteremis berbentuk sigmoid.

#### Model Sorpsi Isoteremis dan Uji Ketepatan Model

Model sorpsi isoteremis dibuat untuk mendapatkan kemulutan kurva yang tinggi. Banyak model persamaan matematik yang telah dikembangkan untuk menjelaskan fenomena sorpsi isoteremis secara teoritis. Penelitian ini hanya menggunakan lima model persamaan sorpsi isoteremis yaitu model Henderson, Caurie, Hasley, Oswin dan Chen Clayton. Persamaan tersebut dapat menggambarkan kurva sorpsi isoteremis pada jangkauan nilai aktivitas air ( $a_w$ ) yang luas (Chirife dan Iglesias, 1978 dikutip Hutasoit, 2009).

Model persamaan yang digunakan perlu dimodifikasi kedalam bentuk yang lebih sederhana, yaitu mengubah persamaan non linear menjadi bentuk persamaan linear ( $y = ax + b$ ) untuk memudahkan dalam perhitungan. Persamaan-persamaan linear dari model-model persamaan kurva sorpsi isoteremis hasil percobaan dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Model Persamaan Kurva Sorpsi Isoteremis Kerupuk Ikan UKM “Dua Saudara”

| Model        | Persamaan Linear ( $y = ax + b$ )                |
|--------------|--------------------------------------------------|
| Henderson    | $\log [\ln(1/(1-a_w))]=1,1510 + 1,0613 \log Me$  |
| Caurie       | $\ln Me = -4,4117 - 3,0102 a_w$                  |
| Hasley       | $\log (\ln (1/a_w)) = -1,7573 - 1,21087 \log Me$ |
| Oswin        | $\ln Me = -2,9498 + 0,6215 \ln (a_w/(1-a_w))$    |
| Chen Clayton | $\ln (\ln(1/a_w)) = 0,6852 - 16,3047 Me$         |

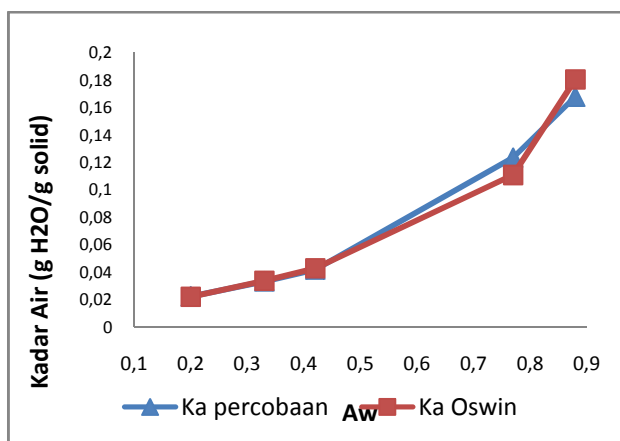
Model-model persamaan tersebut kemudian diuji ketepatannya dengan menghitung nilai MRD (*Mean Relative Determination*). Uji ketepatan persamaan sorpsi isoteremis dengan menggunakan perhitungan nilai MRD dilakukan untuk mengetahui ketepatan dari beberapa model persamaan sorpsi isoteremis sehingga memperoleh kurva sorpsi isoteremis yang sangat tepat. Nilai MRD (*Mean Relative Determination*) merupakan ukuran ketepatan antara kadar air kesetimbangan hasil perhitungan berdasarkan model dengan kadar air kesetimbangan hasil percobaan. Nilai MRD masing-masing model untuk produk kerupuk ikan UKM “Dua Saudara” dapat dilihat dalam Tabel 5.

**Tabel 5.** Hasil Perhitungan Nilai MRD Model-Model Persamaan Sorpsi Isoteremis Kerupuk Ikan UKM “Dua Saudara”

| Model        | Nilai MRD |
|--------------|-----------|
| Henderson    | 6,068     |
| Caurie       | 89,365    |
| Hasley       | 8,588     |
| Oswin        | 4,422     |
| Chen Clayton | 14,606    |

Dalam pemilihan model sorpsi isoteremis, ditentukan dengan nilai MRD dibawah 5, dimana model tersebut dapat menggambarkan keseluruhan kurva sorpsi isoteremis dengan tepat. Hal ini juga didukung oleh pernyataan

Kusnandar *et al.* (2010) bahwa model sorpsi isotermis yang dapat menggambarkan keadaan sebenarnya adalah model yang memiliki nilai  $MRD < 5$ , semakin rendah nilai  $MRD$  maka semakin tepat pula model tersebut dapat menggambarkan fenomena sorpsi isotermis yang terjadi. Berdasarkan hasil percobaan, maka model persamaan Oswin sangat tepat dalam menggambarkan fenomena sorpsi isotermis yang terjadi pada produk kerupuk ikan UKM “Dua Saudara”. Menurut Al-Muhtaseb, McMinn dan Magee (2002) persamaan Oswin dapat berlaku untuk bahan pangan pada  $a_w$  0,0 - 0,9 dan cocok untuk kurva sorpsi isotermis yang berbentuk sigmoid. Kurva sorpsi isotermis model persamaan Oswin dapat dilihat pada Gambar 5.

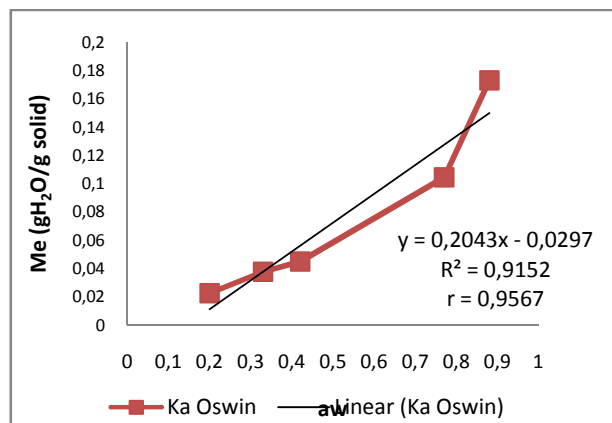


**Gambar 5.** Kurva Sorpsi Isotermis Kerupuk Ikan dengan Model Oswin

Berdasarkan Gambar 5, model persamaan Oswin paling sesuai untuk produk kerupuk ikan UKM “Dua Saudara”. Dapat dilihat pada Gambar 11, kadar air hasil percobaan sangat mendekati kadar air hasil perhitungan dengan persamaan model Oswin, sehingga menghasilkan kurva sorpsi isotermis hasil percobaan berhimpit dengan kurva sorpsi Oswin. Menurut Fitria (2007), semakin berhimpit antara kurva sorpsi isotermis hasil percobaan dengan kurva sorpsi isotermis model persamaan, maka model tersebut semakin tepat menggambarkan fenomena sorpsi isotermis. Hal ini juga sesuai dengan nilai  $MRD$  model persamaan Oswin yaitu sebesar 4,22 yang menunjukkan sangat tepat dalam menggambarkan keseluruhan kurva sorpsi isotermis.

#### Nilai Slope (b) Kurva Sorpsi Isotermis

Nilai slope (b) kurva sorpsi isotermis ditentukan dari garis lurus yang terbentuk pada kurva model persamaan sorpsi isotermis. Titik hubungan antara aktivitas air dan kadar air kesetimbangan memiliki persamaan linear  $y = ax + b$  persamaan tersebut merupakan slope kurva sorpsi isotermis. Berdasarkan hasil percobaan, kurva sorpsi isotermis terpilih yaitu model Oswin. Nilai slope kurva sorpsi isotermis kerupuk ikan UKM “Dua Saudara” dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Kemiringan Kurva Sorpsi Isotermis Kerupuk Ikan

Berdasarkan Gambar 6 diketahui bahwa hubungan antara aktifitas air ( $a_w$ ) dengan kadar air kesetimbangan ( $Me$ ) memiliki persamaan linear  $y = 0,2043x - 0,0297$ . Berdasarkan persamaan tersebut, nilai slope (b) yang diperoleh yaitu 0,0243. Nilai slope tersebut akan digunakan dalam perhitungan umur simpan kerupuk ikan menggunakan persamaan Labuza.

#### Permeabilitas Kemasan

Permeabilitas uap air kemasan ( $k/x$ ) adalah kecepatan atau laju transmisi 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, 1993). Permeabilitas kemasan merupakan salah satu parameter yang dibutuhkan dalam pendugaan umur simpan dengan pendekatan kadar air kritis. Pada penelitian ini, kemasan yang akan ditentukan permeabilitasnya adalah palstik *polypropylen* (PP) dengan ketebalan 0,03 mm, 0,08 mm dan kemasan *metalized*. Nilai permeabilitas kemasan dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Permeabilitas Uap Air Kemasan Kerupuk Ikan

| Kemasan   | Tebal (mm) | Permeabilitas (g/m <sup>2</sup> .hari.mmHg) |
|-----------|------------|---------------------------------------------|
| PP 0,03   | 0,03       | 0,0802                                      |
| PP 0,08   | 0,08       | 0,0124                                      |
| Metalized | 0,05       | 0,0065                                      |

Berdasarkan Tabel 6 dapat dilihat bahwa kemasan *metalized* memiliki nilai permeabilitas yang paling rendah dibandingkan kemasan PP 0,03mm dan 0,08 mm, yaitu 0,0065 g H<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>.hari.mmHg. Hal ini menunjukkan kemasan *metalized* memiliki daya proteksi terhadap uap air lebih baik dibandingkan dengan palstik polipropilen. Oleh karena itu, kemasan *metalized* akan menjadi kemasan yang paling baik dalam mempertahankan kualitas kerupuk ikan.

*Metallized* merupakan plastik yang mengandung lapisan tipis aluminium metal. Lapisan ini dapat menambah sifat barrier terhadap kelembaban, minyak,

dan air (Marsh dan Bugusu, 2007). Menurut Syarief *et al.* (1989) plastik *metalized* dibuat dengan teknik *metalizing* yaitu pembentukan membran tipis dengan menyalurkan logam melalui permukaan plastik film dalam kondisi vakum, sehingga memiliki struktur molekul yang rapat yang dapat memperlambat proses difusi uap air kedalam kemasan dan menyebabkan rendahnya tingkat permeabilitas terhadap uap air. Hal ini juga didukung dengan pernyataan Brown (1992) dalam Arpah (2001) bahwa kemasan *metalized* sesuai untuk mengemas makanan kering karena memiliki ketahanan yang baik terhadap uap air dan gas serta tidak meneruskan cahaya dan menghambat masuknya oksigen.

### Luas Penampang Kemasan

Luas permukaan kemasan (A) merupakan salah satu parameter yang digunakan dalam menentukan umur simpan suatu produk dengan menggunakan persamaan Labuza. Penentuan luas permukaan kemasan dilakukan dengan mengalikan panjang dan lebar dua sisi kemasan yang digunakan. Kemasan yang digunakan mempunyai panjang 25 cm dan lebar 9 cm, sehingga luas permukaan dari dua sisi kemasan yang digunakan adalah 0,045 m<sup>2</sup>. Luas permukaan yang digunakan berhubungan dengan laju uap air lingkungan yang masuk kedalam kemasan.

### Berat Padatan per Kemasan

Berdasarkan hasil percobaan, berat padatan per kemasan untuk produk kerupuk ikan adalah 13,797 gram. Nilai berat padatan per kemasan (Ws) tersebut digunakan untuk perhitungan umur simpan kerupuk ikan dengan persamaan Labuza.

### Tekanan Uap Jenuh

Nilai tekanan uap jenuh (P<sub>o</sub>) pada penyimpanan diperoleh dengan cara memplotkan suhu penyimpanan kerupuk ikan pada tabel Labuza. Berdasarkan tabel Labuza, nilai tekanan uap jenuh pada suhu 24°C sebesar 22,377 mmHg. Nilai tekanan uap jenuh tersebut digunakan untuk perhitungan umur simpan kerupuk ikan dengan menggunakan persamaan Labuza.

### Umur Simpan Kerupuk Ikan

Penentuan umur simpan kerupuk ikan UKM “Dua Saudara” dilakukan menggunakan metode akselerasi melalui pendekatan kadar air kritis. Penentuan umur simpan melalui pendekatan kadar air kritis berdasarkan pada beberapa faktor yaitu kadar air awal produk (Mi), kadar air kritis (Mc), kadar air kesetimbangan (Me), permeabilitas kemasan (k/x), nilai slope (b) kurva sorpsi isoteris, luas permukaan kemasan (A), berat padatan per kemasan (Ws) dan nilai tekanan uap jenuh (P<sub>o</sub>). Beberapa nilai parameter umur simpan produk kerupuk ikan UKM “Dua Saudara” disajikan pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Parameter Perhitungan Umur Simpan Kerupuk Ikan UKM “Dua Saudara”

| Parameter                                                                  | PP 0,03 mm | PP 0,08 mm | Metalized |
|----------------------------------------------------------------------------|------------|------------|-----------|
| Ka awal (Mi) (gH <sub>2</sub> O/g solid)                                   | 0,0300     | 0,0300     | 0,0300    |
| Ka kritis (Mc) (gH <sub>2</sub> O/g solid)                                 | 0,0659     | 0,0659     | 0,0659    |
| Ka kesetimbangan (Me) (g H <sub>2</sub> O/g solid)                         | 0,1072     | 0,1072     | 0,1072    |
| Permeabilitas kemasan (k/x) (g H <sub>2</sub> O/m <sup>2</sup> .hari.mmhg) | 0,0802     | 0,0124     | 0,0065    |
| Luas Permukaan kemasan (A) (m <sup>2</sup> )                               | 0,0450     | 0,045      | 0,045     |
| Bobot padatan per kemasan (Ws) (g)                                         | 13,7970    | 13,797     | 13,797    |
| Tekanan uap jenuh pada 24°C (P <sub>o</sub> )(mmhg)                        | 22,377     | 22,377     | 22,377    |
| Nilai slope (b) kurva sorpsi isoteris                                      | 0,2043     | 0,2043     | 0,2043    |
| Umur Simpan (hari)                                                         | 21,8339    | 141,2115   | 269,39    |
| Umur Simpan (bulan)                                                        | 0,7277     | 4,7070     | 8,9796    |

Berdasarkan hasil perhitungan umur simpan produk kerupuk ikan UKM “Dua Saudara” yang dikemas menggunakan plastik PP dengan ketebalan 0,03 mm adalah 21,83 hari, kerupuk ikan yang dikemas menggunakan plastik PP dengan ketebalan 0,08 mm adalah 141,21 hari atau setara dengan 4 bulan 21 hari, dan umur simpan kerupuk ikan yang dikemas menggunakan kemasan *metalized* adalah 269,39 hari atau setara dengan 8 bulan 29 hari.

Berdasarkan Tabel 7 kerupuk ikan yang dikemas dengan kemasan *metalized* memiliki nilai umur simpan yang paling besar dibandingkan kerupuk ikan yang dikemas dengan kemasan polipropilen. Berdasarkan hasil tersebut, maka semakin kecil nilai permeabilitas kemasan akan memberikan umur simpan produk semakin lama. Hal ini didukung dengan pernyataan Syarief *et al.* (1989) yang menyatakan bahwa nilai permeabilitas kemasan

yang rendah memiliki kerapatan yang tinggi sehingga sejumlah uap air yang berdifusi melalui kemasan dapat dihindari. Selain itu, kemasan *metalized* merupakan plastik yang mengandung lapisan tipis aluminium yang dapat menambah sifat barrier terhadap kelembaban, minyak, dan air sehingga dapat melindungi produk dari kerusakan berupa penyerapan uap air dan ketengikan (Marsh dan Bugusu, 2007).

Kerupuk ikan yang dikemas dengan plastik PP 0,03 mm memiliki nilai umur simpan yang paling kecil hal ini disebabkan kemasan ini memiliki nilai permeabilitas yang paling besar sehingga uap air dari lingkungan akan mudah masuk kedalam kemasan dan akan terserap oleh kerupuk ikan sehingga membuat kerupuk ikan mengalami penurunan mutu yang berupa menjadi tidak renyah. Menurut Syarief *et al.* (1989) plastik polipropilen memiliki ketahanan yang baik terhadap lemak dan



permeabilitas uap air yang rendah. Akan tetapi, kemasan yang digunakan memiliki ketebalan yang lebih kecil dibandingkan dengan plastik PP 0,08 mm sehingga proses perpindahan uap air kedalam kemasan berlangsung lebih cepat akibatnya penurunan mutu kerupuk ikan berlangsung lebih cepat.

### Kesimpulan

Pendugaan umur simpan kerupuk ikan UKM “Dua Saudara” dilakukan dengan metode akselerasi melalui pendekatan kadar air kritis menghasilkan kerupuk ikan yang dikemas dengan kemasan *metaized* mempunyai umur simpan yang paling lama yaitu selama 8 bulan 29 hari, diikuti dengan kerupuk ikan yang dikemas dengan kemasan polipropilen 0,08 mm yaitu selama 4 bulan 21 hari dan kerupuk ikan yang dikemas dengan kemasan polipropilen 0,03 mm yaitu selama 22 hari.

### Daftar Pustaka

- Adawiyah, D.R. dan S.T. Soekarto. 2010. Pemodelan isoteris sorpsi air pada model pangan. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, Vol XXI No. 1.
- Al-Muhtaseb, A.H., W.A.A. McMinn dan T.R.A. Magee. 2002. Moisture sorption isotherm characteristics of food product: A review. Trans IChemE, Vol 80, Part C.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 2000. Official Method of Analysis of The Association of Official Analytical of Chemist. Arlington: The Association of Official Analytical Chemist, Inc.
- Arpah. 2001. Buku dan Monograf Penentuan Kadaluwarsa Produk Pangan. Program Studi Ilmu Pangan. Program Pasca Sarjana IPB, Bogor.
- Artasari, N. 2014. Pengaruh Jenis Kemasan Terhadap Umur Simpan Kerupuk Kulit Ikan Buntal Pisang. Skripsi. Fakultas Teknologi Industri Pertanian. Universitas Padjadjaran, Jatinangor.
- Bell, L.N. dan T.P. Labuza. 2000. Moisture Sorption Practical Aspects of Isotherm Measurement and Use 2nd Edition. American Association of Cereal Chemists, Inc., USA.
- Budijanto, S., A.B. Sitanggang, dan Y.D. Kartika. 2010. Penentuan umur simpan tortilla dengan metode akselerasi berdasarkan kadar air kritis serta pemodelan ketepatan sorpsi isotherminya. Jurnal Teknologi Industri Pangan. Vol.XXI No.2.
- Fitria, M. 2007. Pendugaan Umur Simpan Produk Biskuit dengan Metode akselerasi Berdasarkan Pendekatan Kadar Air Kritis. Skripsi. Institut Pertanian Bogor (IPB), Bogor.
- Hutasoit, N. 2009. Penentuan Umur Simpan Fish Snack (Produk Ekstrusi) Menggunakan Metode Akselerasi dengan Pendekatan Kadar Air Kritis dan Metode Konvensional. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Kilcast, D dan Subramaniam. 2000. The Stability and Shelf Life of Food. Woodhead Publishing Limited and CRC Press, LLC, Cambridge, England.
- Kusnandar, F. 2006. Disain Percobaan Dalam Penetapan Umur Simpan Produk Pangan Dengan Metode ASLT (Model Arrhenius dan Kadar Air Kritis). Dalam: Modul Pelatihan: Pendugaan dan Pengendalian Masa Kadaluwarsa Bahan dan Produk Pangan. 7-8 Agustus 2006. Bogor.
- Kusnandar, F., D.R. Adawiyah dan M. Fitria. 2010. Pendugaan umur simpan produk biskuit dengan metode akselerasi berdasarkan pendekatan kadar air kritis. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, Vol. XXI No. 2.
- Labuza, T.P. 1982. Shelf Life Dating of Foods. Food and Nutron Press inc., Westport, Connecticut.
- Marsh, K dan Bugusu, B. 2007. Food packaging roles, materials, and environmental issues. Journal of Food Science Vol. 72, Nr. 3, 2007, Institute of Food Technologists.
- Rahmina, F. 2014. Umur Simpan Keripik Siput Laut (*Medo aethiopica*) pada Berbagai Jenis Kemasan. Skripsi. Fakultas Teknologi Industri Pertanian. Universitas Padjadjaran, Jatinangor.
- Sampurno, R.B. 2012. Snack flexible packaging. Food Review Indonesia. Edisi Maret 2012.
- Syarief, R., S.Isyana, dan S.Santausa. 1989. Teknologi Pengemasan Pangan. Pusat Antar-Universitas, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Winarno, F.G. 2004. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia. Jakarta.