

## PENDUGAAN UMUR SIMPAN PIE CARICA DAN STABILITAS MUTU SENSORISNYA SELAMA PENYIMPANAN

### *Shelf Life Estimation of Carica Pie and Its Sensory Quality Stability During Storage*

Santi Dwi Astuti<sup>1,2</sup>, Laksmi Putri Ayuningtyas<sup>1,2\*</sup>, V. Prihananto<sup>1</sup>, Ervina Mela Dewi<sup>1</sup>,  
Resti Merbawinarni<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Pangan, Jurusan Teknologi Pertanian, Universitas Jenderal  
Soedirman, Purwokerto

<sup>2</sup>Pusat Koordinasi Inovasi dan Hilirasi LPPM Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

\*Alamat Korespondensi: [laksmi.putri@unsoed.ac.id](mailto:laksmi.putri@unsoed.ac.id)

### ABSTRAK

Pie carica adalah sejenis kue kering yang terdiri atas adonan luaran atau kulit (*pie shells*) dan isian yang berupa selai carica yang memiliki bentuk seperti piring. Produk pie carica ini belum diketahui umur simpannya, sehingga penelitian ini ditujukan untuk menduga umur simpan pie carica dengan kemasan dan pada penyimpanan RH yang berbeda. Selain itu, penelitian ini juga ditujukan untuk mengetahui perubahan sifat sensori selama penyimpanan 5 hari tanpa kemasan pada suhu ruang. Penetapan umur simpan yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan metode akselerasi berdasarkan pendekatan kadar air kritis. Faktor yang diuji yaitu jenis kemasan, terdiri dari kemasan berbahan *aluminium foil* dan *polypropylene*. Variabel-variabel yang diamati meliputi kadar air awal produk ( $\text{g H}_2\text{O/g padatan}$ ), kadar air kritis ( $\text{g H}_2\text{O/g padatan}$ ), kadar air kesetimbangan ( $\text{g H}_2\text{O/g padatan}$ ), kemiringan/slope kurva sorpsi isothermis, konstanta permeabilitas uap air kemasan ( $\text{g/m}^2.\text{hari.mmHg}$ ), luas permukaan kemasan ( $\text{m}^2$ ), berat kering produk dalam kemasan ( $\text{g padatan}$ ), tekanan uap air jenuh ( $\text{mmHg}$ ). Data yang diperoleh dihitung menggunakan aplikasi *Ms. Excel*, kemudian data dimasukkan ke dalam persamaan model Bell dan Labuza. Umur simpan pie carica pada RH 75% dengan kemasan *aluminium foil* adalah 48 hari dan dengan kemasan plastik *polypropylene* adalah 27 hari. Umur simpan pie carica pada RH 80% dengan kemasan *aluminium foil* adalah 44 hari dan dengan kemasan plastik *polypropylene* adalah 25 hari. Umur simpan pie carica pada RH 85% dengan kemasan *aluminium foil* adalah 41 hari dan dengan kemasan plastik *polypropylene* adalah 23 hari

Kata kunci: carica, kurva sorpsi isothermis, umur simpan

### ABSTRACT

*Carica pie is a type of pastry consisting of outer dough or skin (pie shells) and a filling in the form of carica jam which has a plate-like shape. The shelf life of this carica pie product is not yet known. So this research is aimed at estimating the shelf life of carica pie with different packaging and at different RH storage. Apart from that, this research was also aimed at determining changes in sensory properties during 5 days of storage without packaging at room temperature. Determination of shelf life carried out in this research used an accelerated method based on the critical water content approach. The factor tested was the type of packaging, consisting of aluminium foil and polypropylene packaging. The variables observed included the initial water content of the product ( $\text{g H}_2\text{O/g solid}$ ), critical water content ( $\text{g H}_2\text{O/g solid}$ ), equilibrium moisture content ( $\text{g H}_2\text{O/g solid}$ ), isothermic sorption curve slope, packing air permeability constant ( $\text{g/m}^2.\text{day.mmHg}$ ), packaged surface area ( $\text{m}^2$ ), dry weight of packaged products ( $\text{g solids}$ ), saturated water vapor pressure ( $\text{mmHg}$ ). The data obtained is calculated using the *Ms. Excel* application then put the data into the Bell and Labuza model equations. The shelf life of carica pie at 75% RH with aluminium foil packaging is 48 day and with polypropylene plastic packaging is 27 day. The shelf life of carica pie at 80% RH with aluminium foil packaging is 44 day and with polypropylene plastic packaging is 25 day. The shelf life of carica pie at 85% RH with aluminium foil packaging is 41 day and with polypropylene plastic packaging is 23 day.*

Keywords: carica, isothermic sorption curve, shelf life

### PENDAHULUAN

Pie adalah salah satu jenis produk *pastry* yang terdiri atas adonan kulit (*pie*

*shells*) dan *toping* yang biasanya memiliki bentuk lembaran, bulat, mangkuk, bunga, dan sebagainya. Kulit pie terbuat dari

tepung terigu, mentega, telur, dan bahan lainnya sebagai lapisan pembungkus. Pada resep dasar, pie terbuat dari bahan utama tepung terigu, namun untuk mengurangi ketergantungan penggunaan tepung terigu serta untuk menciptakan kreasi baru menyubstitusi tepung terigu dengan tepung mocaf (*Modified Cassava Flour*). Pembuatan pie dari carica merupakan bentuk diversifikasi dari buah carica, mengingat sejauh ini carica sebagian besar diolah menjadi manisan serta minuman jeli (Astuti et al., 2021).

Penelitian pendahuluan telah dilakukan untuk mengetahui berapa rasio tepung mocaf dan terigu terbaik dalam pembuatan pie carica. Substitusi tepung mocaf dan tepung terigu dengan rasio 50% : 50% dipilih yang menghasilkan rasa, aroma, dan tekstur pada pie tetap renyah, serta memiliki aroma khas tepung mocaf dan rasa yang gurih. Meski demikian pie carica yang dihasilkan ini belum diketahui umur simpannya, sehingga perlu dilakukan analisis pendugaan umur simpannya agar masyarakat dapat mengonsumsinya dengan aman. Selain itu, untuk melengkapi persyaratan produk siap jual, umur simpan produk perlu ditetapkan demi menjaga keamanan konsumen.

Salah satu metode yang sering digunakan dalam menduga umur simpan produk adalah Metode *Accelerated Shelf-life Testing* (ASLT). Metode ASLT

menggunakan prinsip percepatan yaitu dengan cara mempercepat proses kerusakan bahan pangan dalam perlakuan tertentu selama penyimpanan, yang selanjutnya akan dihitung secara matematis, hingga pada akhirnya penentuan umur simpan akan mendapatkan hasil yang terbaik, lebih cepat, dengan akurasi yang tinggi. Metode ini terdiri dari dua jenis model yaitu model Arrhenius dan model kadar air kritis. Kedua model ini dapat digunakan untuk menduga umur simpan sesuai dengan jenis produk yang akan diuji. Model pendugaan umur simpan dengan kadar air kritis ini tepat digunakan pada produk yang sensitif atau mudah mengalami kerusakan karena penyerapan air pada produk pangan selama penyimpanan yang disebabkan kemasan yang digunakan tidak mampu menghambat migrasi uap air, seperti produk pie carica ini (Nuraini & Widanti, 2020).

Parameter penurunan kualitas produk selama penyimpanan dapat dilihat dari nilai kadar air, tingkat kerenyahan, kelengketan atau parameter air yang menunjukkan adanya penyerapan air pada produk pangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perubahan sifat sensori pie carica selama penyimpanan serta menetapkan prediksi umur simpan pie carica dengan metode pendekatan kadar air kritis. Faktor yang diuji yakni jenis kemasan yaitu kemasan *aluminium foil* dan kemasan *polypropylene*. Pie pada umumnya dikemas menggunakan

plastik *polypropylene*. Kemasan jenis *aluminium foil* (biasa disebut alufo) merupakan jenis material yang bisa menjadi alternatif kemasan untuk produk pangan olahan, terutama yang sensitif terhadap cahaya.

## METODE PENELITIAN

### Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung mocaf, tepung terigu, mentega, gula halus, putih telur, vanili, garam, buah carica, gula pasir, tepung maizena, agar instan, natrium benzoat, pewarna, kemasan *Polypropylene* dan kemasan *aluminium foil*. Bahan kimia yang digunakan yaitu larutan garam jenuh (NaOH, MgCl<sub>2</sub>, Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, KI, NaCl, KCl, dan K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), dan akuades. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kompor, oven, mixer, blender, pisau, *stopwatch*, gelas ukur, pipet ukur, timbangan analitik, sealer, inkubator, desikator, pencapit logam, cawan, dan cetakan pie.

### Pembuatan Pie Carica

Proses pembuatan produk terbagi menjadi 2 bagian yaitu bagian pembuatan kulit pie dan bagian pembuatan isian pie. Pembuatan kulit pie dibuat menggunakan metode yang dilakukan oleh Ariani et al. (2021) dengan modifikasi. Pembuatan isian pie carica diawali dengan pembuatan *puree* dan filtrat carica berdasarkan penelitian

Astuti et al. (2021). *Puree* dan filtrat carica dimasak dengan bahan tambahan yaitu tepung maizena, gula pasir, natrium benzoat, agar instan, dan pewarna secukupnya hingga mengental. Kulit pie yang telah dicetak dipanggang dengan oven hingga setengah matang. Setelah setengah matang, ditambahkan isian pie carica diatasnya, lalu dipanggang kembali dengan oven bersuhu 150-180°C selama 45 menit.

### Penentuan Kadar Air Awal (AOAC, 2005)

Cawan kosong dibersihkan dan dikeringkan dalam oven dengan suhu  $\pm 105^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam, selanjutnya cawan dimasukkan dalam desikator selama kurang lebih 15 menit hingga beratnya konstan dan ditimbang (W1). Sampel sebanyak 2-5 g (W2) diletakkan dalam cawan yang telah konstan dan dimasukkan dalam oven pengering bersuhu  $105^{\circ}\text{C}$  selama 5 jam hingga mencapai bobot konstan. Cawan yang berisi sampel dimasukkan dan didinginkan dalam desikator, kemudian ditimbang (W3). Kadar air awal dihitung dengan Persamaan 1.

$$M_i = \frac{(W_1 + W_2) - W_3 \text{ gH}_2\text{O}}{(W_3 - W_1) \text{ gpadat}} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

W<sub>1</sub> = berat cawan (g)

W<sub>2</sub> = banyaknya sampel (g)

W<sub>3</sub> = berat cawan dan sampel yang telah konstan (g)

### **Penentuan Kadar Air Kritis (Kusnandar et al., 2010)**

Kadar air kritis adalah nilai kadar air dengan kondisi produk mulai tidak diterima oleh konsumen secara organoleptik. Penentuan kadar air kritis dilakukan dengan cara menyimpan pie carica pada suhu kamar di ruangan terbuka tanpa kemasan. Lalu dilakukan pengujian sensori dilakukan setiap 24 jam sekali. Pengujian dilakukan hingga dapat ditentukan saat pie carica memiliki tekstur yang sudah tidak renyah lagi yaitu selama 5 hari penyimpanan. Penentuan atribut kritis dilakukan dengan menghitung persentase penurunan skor panelis (Persamaan 2). Persentase penurunan skor panelis paling besar akan dijadikan atribut paling kritis.

Penurunan skor panelis (%) =

$$\frac{\text{skor awal} - \text{skor akhir}}{\text{skor awal}} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Data kadar air pie carica dan atribut kritis pie untuk masing-masing sampel diplotkan sehingga diperoleh grafik hubungan antara skor atribut kritis dan kadar air sampel. Berdasarkan regresi linear yang diperoleh, kadar air kritis dihitung pada saat skor kesukaan panelis bernilai 3. Kadar air kritis dinyatakan dalam g H<sub>2</sub>O/g padatan.

### **Penentuan Kadar Air Keseimbangan (Setiaboma et al., 2020)**

Pembuatan larutan jenuh dalam penelitian ini dilakukan dengan melarutkan

garam dalam jumlah berlebih ke dalam akuades hingga jenuh dan garam yang ditambahkan tidak dapat larut lagi. Sebanyak 100 mL larutan garam jenuh dimasukkan ke dalam desikator untuk mengatur RH ruang. Pengukuran kadar air setimbang sama dengan pengukuran kadar air. Sampel pie carica dimasukkan ke dalam cawan dan diseimbangkan dalam desikator. Keseimbangan kadar air dilakukan dalam desikator berisi larutan garam jenuh yang ditutup rapat, kemudian desikator tersebut disimpan dalam suhu ruang  $\pm 30^{\circ}\text{C}$ . Garam yang digunakan beserta nilai RHnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Sekitar 2 gram sampel pie carica diletakkan pada cawan yang telah diketahui beratnya. Cawan berisi sampel kemudian diletakkan di dalam desikator, kemudian disimpan pada suhu ruang  $\pm 30^{\circ}\text{C}$ . Selama penyimpanan, sampel ditimbang secara periodik (1 hari sekali) hingga mencapai berat konstan. Bobot yang konstan ditandai dengan selisih bobot pada 3 kali penimbangan berturut-turut tidak melebihi 2 mg yang disimpan pada RH di bawah 90%, dan tidak lebih dari 10 mg pada 3 kali penimbangan untuk sampel yang disimpan pada RH di atas 90%. Sampel yang telah mencapai kondisi setimbang dianalisis kadar airnya, kadar air ini merupakan kadar air kesetimbangan. Kurva sorpsi isotermis kemudian dibuat dengan cara memplotkan nilai kadar air kesetimbangan terhadap nilai

aktivitas air ( $A_w$ ).

### Kurva Isotermis Sorpsi Air

Penentuan kurva sorpsi isotermis dibuat dengan cara memplotkan kadar air kesetimbangan hasil percobaan ( $M_e$ ) dengan nilai aktivitas air ( $A_w$ ). Data hubungan antara  $M_e$  dengan  $A_w$  dimasukkan kedalam model persamaan sorpsi isotermis. Model sorpsi isotermis yang digunakan yaitu persamaan Hasley, Chen-Clayton, Henderson, Caurie, dan Oswin. Uji ketepatan model persamaan sorpsi isotermis dilakukan untuk mengetahui ketepatan dari beberapa model persamaan sorpsi isotermis yang terpilih sehingga memperoleh kurva sorpsi isotermis yang baik. Pengujian ketepatan model dilakukan dengan menghitung *Mean Relative Determination* (MRD) menggunakan Persamaan 3.

MRD =

$$\frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{\text{kadar air percobaan} - \text{kadar air perhitungan}}{\text{kadar air percobaan}} \right| \dots \dots (3)$$

Nilai  $MRD < 5$  menyatakan model isoterm sorpsi air sangat tepat menggambarkan kondisi yang sebenarnya, nilai  $5 < MRD < 10$  menyatakan model isoterm sorpsi air agak tepat menggambarkan kondisi yang sebenarnya, dan nilai  $MRD > 10$  menyatakan model isoterm tidak tepat menggambarkan kondisi yang sebenarnya (Setiaboma et al., 2020). Model yang terpilih digunakan untuk

menentukan umur simpan pie carica.

### Perhitungan Umur Simpan Pie Carica

Umur simpan dihitung berdasarkan persamaan 4 (Kusnandar et al., 2010) dengan asumsi kondisi penyimpanan pada RH 75 dan 80%,

$$t = \frac{\ln \frac{(m_e - m_i)}{(m_e - m_c)}}{\frac{k}{x} \times \frac{A}{W_s} \times \frac{P_o}{b}} \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan:

- $t$  = umur simpan (tahun)
- $M_e$  = kadar air kesetimbangan pada suhu dan RH tertentu (%)
- $M_i$  = kadar air awal produk di awal penyimpanan (%)
- $M_c$  = kadar air kritis pada suhu tertentu (%)
- $k/x$  =  $WVTR/P_o$  = permeabilitas uap air kemasan ( $\text{g/m}^2/\text{hari/mmHg}$ ).
- $WVTR$  = *water vapor transmission rate* ( $\text{g/m}^2/\text{hari}$ ) pada suhu dan RH tertentu (%)
- $A$  = luas permukaan kemasan ( $\text{m}^2$ )
- $W_s$  = berat kering bahan dalam kemasan (g)
- $P_o$  = tekanan uap air jenuh (mmHg)
- $b$  = slope kurva sorpsi isotermis air

### Analisis Data

Data yang telah diperoleh dari hasil penelitian dianalisis menggunakan aplikasi *Microsoft Excel*, kemudian data dimasukkan kedalam metode akselerasi (*Accelerated Shelf Life Test*) dengan menggunakan Persamaan 4 untuk

memprediksi umur simpannya. Pengujian sensori pada variabel kadar air kritis yang disimpan pada suhu ruang tanpa kemasan selama 5 hari dianalisis berdasarkan sidik ragam (*Analysis of Variance*) pada taraf  $\alpha$  5% dan apabila setelah dilakukan analisis ragam diperoleh hasil yang berbeda nyata maka diuji lanjut dengan Uji Duncan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Sensori Produk Selama Penyimpanan

Secara keseluruhan, seluruh atribut pengujian sensori mengalami penurunan selama penyimpanan. Berdasarkan persentase penurunan, kerenyahan

memiliki penurunan terbesar yaitu 59,78%. Penurunan atribut kerenyahan inilah yang menjadi atribut utama kerusakan produk pie carica yang akan dilanjutkan ke perhitungan kadar air kritis. Atribut penurunan kerenyahan digunakan sebagai batasan dalam penentuan umur simpan pie carica karena atribut tersebut pertama kali teridentifikasi ketika produk mengalami penurunan mutu. Dalam hal ini kerenyahan pie carica yang sudah mulai turun atau pie carica sudah menjadi tidak renyah sehingga tidak dapat diterima oleh konsumen. Hasil pengujian karakteristik sensori pie carica ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Rata-rata hasil sensori dengan hasil lanjut uji Duncan

| Atribut       | Perlakuan   |              |               |               |              |             |
|---------------|-------------|--------------|---------------|---------------|--------------|-------------|
|               | Hari ke 0   | Hari ke 1    | Hari ke 2     | Hari ke 3     | Hari ke 4    | Hari ke 5   |
| Rasa Singkong | 4,80±1,014a | 4,47±0,516a  | 4,33±1,047a   | 4,27±1,223a   | 4,20±1,014a  | 4,00±0,926a |
| Aroma Carica  | 4,73±0,799d | 4,60±1,056cd | 4,33±1,113bcd | 4,07±1,033abc | 3,80±1,265ba | 3,60±0,986a |
| Rasa Carica   | 5,27±0,594b | 5,20±1,146b  | 5,13±0,834b   | 4,73±0,961ab  | 4,33±1,175a  | 4,20±1,014a |
| Kerenyahan    | 6,13±0,640e | 4,87±0,834d  | 4,07±0,799c   | 3,80±0,862c   | 3,00±0,535b  | 2,47±0,516a |
| Keremahan     | 5,93±1,033c | 4,73±0,884b  | 4,60±0,910b   | 4,33±0,617b   | 4,20±0,561b  | 3,40±0,632a |
| Kesukaan      | 5,53±0,743d | 5,53±0,743d  | 5,40±0,632d   | 4,87±0,915c   | 4,27±0,961b  | 3,73±1,163a |

Keterangan: Huruf di belakang angka pada baris yang sama menunjukkan beda nyata ( $P < 0,05$ ) dengan uji Duncan.

Tabel 2. Kadar air kesetimbangan pie carica

| Jenis Garam                       | RH   | Kadar air g H <sub>2</sub> O/g padatan (Me) | Waktu (hari) |
|-----------------------------------|------|---------------------------------------------|--------------|
| NaOH                              | 6,95 | 0,080                                       | 12           |
| MgCl <sub>2</sub>                 | 32,4 | 0,211                                       | 7            |
| Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> | 52,8 | 0,237                                       | 10           |
| KI                                | 68,9 | 0,255                                       | 10           |
| NaCl                              | 74,9 | 0,297                                       | 7            |
| KCl                               | 83,6 | 0,447                                       | 7            |
| K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>    | 97,3 | 0,527                                       | 6            |

Penurunan rasa singkong pada kulit pie tidak berpengaruh secara nyata dikarenakan pie carica menggunakan formula 50% mocaf : 50% terigu, sehingga selama penyimpanan penurunan rasa mocaf tidak terlalu signifikan. Perlakuan penyimpanan terhadap tingkat aroma carica pada isian pie berpengaruh secara signifikan. Hal ini diduga karena pada penyimpanan hari ke-0 aroma carica pada pie carica ini masih *fresh* dan segar, sedangkan penyimpanan hari ke-5 mengalami penurunan rasa singkong. Penurunan rasa singkong diduga karena adanya oksidasi *flavor* yang dapat menjadi faktor penyumbang pada hilangnya aroma carica pada pie carica (Kusnadi et al., 2016). Pie carica selama penyimpanan hari ke-5 mengalami penurunan aroma, kerenyahan, dan keremahan dibandingkan dengan aroma pie carica hari ke-0. Hal ini disebabkan oleh peningkatan kadar air selama penyimpanan (Solihin et al., 2015). Pie carica selama penyimpanan hari ke-5 mengalami penurunan kesukaan secara keseluruhan dibandingkan dengan kesukaan secara keseluruhan pie carica hari ke-0. Hal ini disebabkan selama penyimpanan produk mengalami penurunan mutu sehingga secara kesukaan panelis juga menurun.

#### **Kadar Air Awal dan Kadar Air Kritis**

Berdasarkan hasil pengujian kadar air awal, diketahui bahwa hasil pengukuran

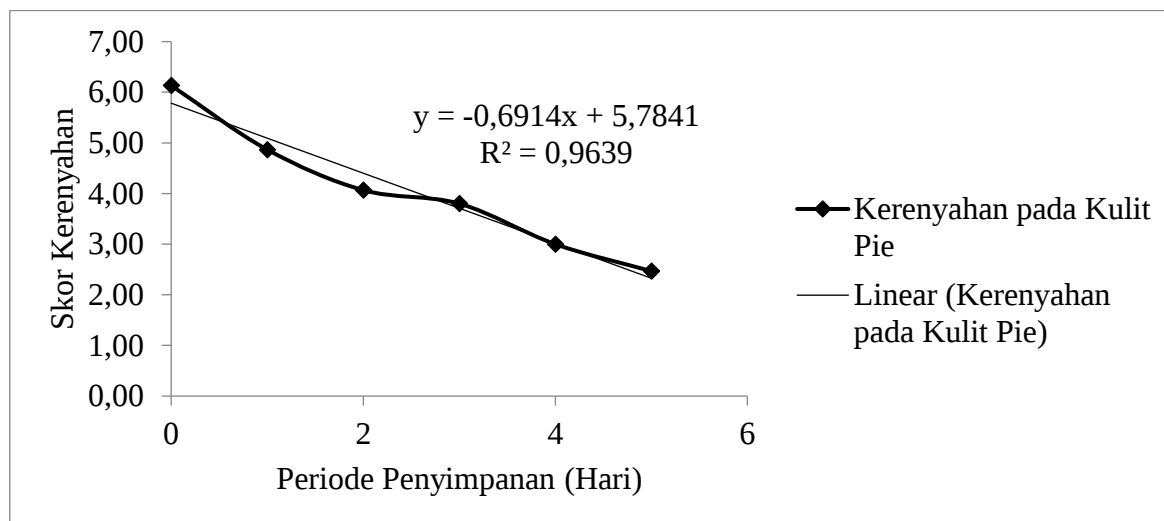
kadar air awal pie carica sebesar 0,105 g H<sub>2</sub>O/g padatan. Nilai kadar air ini belum sesuai dengan standar biskuit yang berlaku di Indonesia (SNI 01-2973-1992), yaitu maksimum 5%. Hal ini dikarenakan produk pie ini menggunakan *filling* atau vla yaitu selai carica yang nilai kadar airnya melebihi dari nilai standar SNI. Kadar air kritis diperoleh dengan memplotkan skor 3 (agak tidak renyah) kedalam persamaan linear hasil regresi dari grafik hubungan antara kadar air dengan skor kerenyahan. Skala agak tidak renyah dipilih sebagai batas minimal penerimaan panelis terhadap kerenyahan pie carica. Grafik hubungan antara kadar air dengan skor kerenyahan dapat dilihat pada Gambar 1. Berdasarkan hasil persamaan linear pada Gambar 1, didapatkan hasil kadar air kritis pie carica dengan memplotkan nilai  $y = 3$ , yakni sebesar 0,107 g H<sub>2</sub>O/g padatan. Semakin tinggi kadar air produk maka semakin menurun skor kerenyahan yang diberikan panelis. Beberapa penelitian sebelumnya telah melaporkan hasil kadar air kritis pada produk yang berbeda-beda, antara lain *crackers* jagung 9,9 bk (Sugiyono et al., 2013), tiwul instan 9,37% bk (Agustia et al., 2021), kukis mocaf 6,7% bk (Setiaboma et al., 2020), dan pia angka 15% bk.

#### **Kadar Air Keseimbangan**

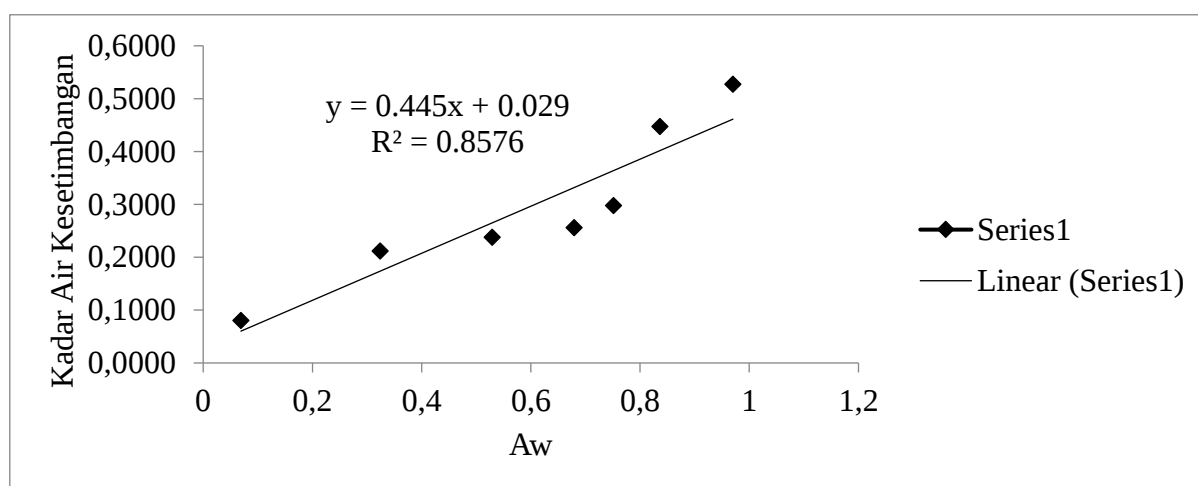
Kadar air keseimbangan pie carica yang diperoleh dari hasil penelitian dan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai

kadar air kesetimbangannya disajikan pada Tabel 2. Kadar air kesetimbangan yang diperoleh dari masing-masing sampel tercapai pada selang waktu penyimpanan 6-12 hari. Semakin tinggi RH penyimpanan maka akan semakin tinggi pula kadar air kesetimbangannya. Selama proses penyimpanan produk dalam desikator dengan berbagai kondisi RH akan terjadi interaksi antara produk dengan lingkungannya. Uap air lingkungan akan

berpindah kedalam produk atau sebaliknya hingga tercapai kondisi kesetimbangan. Namun ada beberapa produk yang belum mencapai kondisi kesetimbangan, tetapi produk sudah tumbuh jamur atau bakteri. Bakteri tumbuh pada jenis garam  $MgCl_2$ ,  $Mg(NO_3)_2$ , KI, NaCl, KCl, dan  $K_2SO_4$ . Hal ini dikarenakan mikroba dapat mudah tumbuh pada kondisi Aw yang semakin tinggi (Kusnandar et al., 2010).



Gambar 1. Grafik hubungan skor kerenyahan dengan periode penyimpanan produk.



Gambar 2. Kurva sorpsi isoterms

### Kurva Sorpsi Isotermis

Kurva sorpsi isotermis diperoleh dengan memplotkan nilai kadar air kesetimbangan yang diperoleh dari hasil percobaan dengan nilai aktivitas air ( $A_w$ ) atau RH lingkungannya. Wijaya et al. (2014) menjelaskan bahwa bentuk kurva sorpsi isotermis memiliki bentuk yang khas bagi tiap produk makanan. Namun, pada umumnya kurva berbentuk sigmoid (menyerupai huruf S). Bentuk sigmoid ini disebabkan karena pada umumnya bahan yang digunakan oleh produk pangan terdiri dari campuran beberapa komponen yang berbeda. Berdasarkan Gambar 1, dapat dilihat bahwa kurva sorpsi isotermis sampe pie carica memiliki bentuk yang sigmoid karena pie carica yang disimpan pada berbagai kondisi RH mengalami proses adsorpsi dan desorpsi selama penyimpanan. Berdasarkan kurva sorpsi isotermis pada Gambar 2, dapat diketahui pula bahwa persamaan garis dari kurva sorpsi isotermis tersebut adalah  $y = 0,445x + 0,029$  dengan nilai  $R^2$  sebesar 0,8576. Hal ini sesuai dengan hasil yang dilaporkan oleh (Aini et al., 2014) dimana untuk produk pangan yang memiliki kadar air yang rendah umumnya memiliki kecenderungan kurva sorpsi isotermis yang memiliki bentuk sigmoid (bentuk S) namun tidak sempurna. Akan tetapi kemiringan kurva sorpsi isotermis yang memiliki bentuk sigmoid ini akan berbeda-beda dikarenakan pengaruh oleh

sifat alami bahan pangan, suhu, kecepatan adsorpsi dan desorpsi yang terjadi selama penyimpanan (Wahyuni et al., 2020).

Kurva sorpsi isotermis yang paling baik atau dengan kata lain berhimpit pada produk pie carica ini adalah kurva sorpsi isotermis yang menggunakan model Chen Clayton. Hal ini dapat dibuktikan dengan menghitung ketepatan model sorpsi isotermis dengan perhitungan menggunakan MRD (*Mean Relative Determination*), yang merupakan pengukuran ketepatan model persamaan kadar air kesetimbangan hasil perhitungan dengan kadar air kesetimbangan hasil percobaan (Setiaboma et al., 2020). Hasil uji ketepatan model menunjukkan bahwa kurva sorpsi isotermis yang dipilih dapat menggambarkan sorpsi isotermis dengan tepat ( $MRD < 5$ ), agak tepat ( $5 < MRD < 10$ ), dan tidak tepat ( $MRD > 10$ ). Agar mendapatkan tujuan perhitungan yang akurat maka model persamaan yang dipilih merupakan model persamaan yang mempunyai nilai MRD paling kecil diantara model lainnya. Nilai MRD dari masing-masing model persamaan berturut-turut yaitu Hasley (21,199), Chen Clayton (9,343), Henderson (9,710), Caurie (13,538), dan Oswin (13,307). Berdasarkan hasil uji MRD dapat diketahui bahwa model persamaan Chen Clayton memiliki nilai MRD paling kecil yaitu sebesar 9,343. Karena model persamaan Chen Clayton ini

memiliki MRD diantara 5-10, berarti model persamaan Chen Clayton dapat dikatakan agak tepat menggambarkan fenomena sorpsi isotermis pie carica.

### Penentuan Umur Simpan Pie Carica

Berdasarkan persamaan yang diturunkan oleh Labuza mengenai umur simpan produk terdapat beberapa faktor yang diperlukan guna menentukan umur simpan melalui pendekatan kadar air kritis. Faktor-faktor tersebut adalah kadar air awal produk ( $M_i$ ), kadar air kritis ( $M_c$ ), kadar air kesetimbangan ( $M_e$ ), konstanta permeabilitas uap air kemasan ( $k/x$ ), luas kemasan produk ( $A$ ), bobot padatan produk per kemasan ( $W_s$ ), tekanan uap air jenuh pada kondisi penyimpanan ( $P_o$ ), dan kemiringan kurva sorpsi isotermis (Latief et al., 2020). Hasil perhitungan penentuan umur simpan pie carica pada RH penyimpanan berbeda dan kemasan yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 3, 4, dan 5.

Sesuai dengan yang sudah diperhitungkan dengan menggunakan persamaan Labuza mengenai umur simpan produk maka didapatkan umur simpan pada pie carica pada RH 75% dengan kemasan *aluminium foil* adalah 48 hari, sedangkan dengan kemasan plastik *polypropylene* adalah 27 hari. Pendugaan umur simpan pie carica pada RH 80% dengan kemasan *aluminium foil* adalah 44 hari, sedangkan dengan kemasan plastik *polypropylene* adalah 25 hari. Pendugaan umur simpan pie

carica pada RH 85% dengan keamanan *aluminium foil* adalah 41 hari, sedangkan dengan kemasan plastik *polypropylene* adalah 23 hari.

Hasil perhitungan umur simpan pie carica tersebut menunjukkan bahwa umur simpan pie carica yang disimpan pada RH tinggi lebih singkat apabila dibandingkan dengan pie carica yang disimpan pada RH yang lebih rendah. Kelembapan relatif lingkungan adalah salah satu faktor yang dapat mempengaruhi umur simpan suatu produk. Apabila pada kondisi lingkungan dengan kelembapan relatif tinggi mengandung lebih banyak uap air sehingga terjadi penyerapan uap air ke dalam bahan pangan yang lebih banyak dibandingkan dengan kondisi kelembapan relatif yang lebih rendah. Pie adalah salah satu produk pangan yang mudah menyerap air, terutama pada bagian kulitnya (Smith et al., 2004). Untuk produk pangan yang memiliki sifat higroskopis, maka semakin tinggi RH lingkungan penyimpanan akan semakin banyak uap air yang diserap oleh produk tersebut sehingga dapat mempercepat kerusakan mutu terutama parameter tekstur (kerenyahan). Hal ini dapat berakibat pada lebih singkatnya umur simpan produk (Alfiyani et al., 2019). Hal yang sama terjadi pada penelitian (Anandito et al., 2017) yang meneliti mengenai umur simpan koya ikan.

Tabel 1. Perhitungan penentuan umur simpan pie carica pada RH 75%

| Parameter                         | Simbol | Jenis kemasan |        | Satuan                       |
|-----------------------------------|--------|---------------|--------|------------------------------|
|                                   |        | Alufo         | PP     |                              |
| Kadar air kesetimbangan           | Me     | 0,366         | 0,366  | g H <sub>2</sub> O/g padatan |
| Kadar air awal produk             | Mi     | 0,105         | 0,105  | g H <sub>2</sub> O/g padatan |
| Kadar air kritis                  | Mc     | 0,107         | 0,107  | g H <sub>2</sub> O/g padatan |
| Kemiringan/slope                  | B      | 0,466         | 0,466  |                              |
| Konstanta permeabilitas kemasan   | k/x    | 0,004         | 0,007  | g/m <sup>2</sup> .hari.mmHg  |
| Luas permukaan kemasan            | A      | 0,02          | 0,020  | m <sup>2</sup>               |
| Berat kering produk dalam kemasan | Ws     | 25,592        | 25,592 | g padatan                    |
| Tekanan uap jenuh                 | Po     | 31,8          | 31,8   | mmHg                         |
| Perkiraan umur simpan             | T      | 48            | 27     | hari                         |

Tabel 2. Perhitungan penentuan umur simpan pie carica pada RH 80%

| Parameter                         | Simbol | Jenis kemasan |        | Satuan                       |
|-----------------------------------|--------|---------------|--------|------------------------------|
|                                   |        | Alufo         | PP     |                              |
| Kadar air kesetimbangan           | Me     | 0,389         | 0,389  | g H <sub>2</sub> O/g padatan |
| Kadar air awal produk             | Mi     | 0,105         | 0,105  | g H <sub>2</sub> O/g padatan |
| Kadar air kritis                  | Mc     | 0,107         | 0,107  | g H <sub>2</sub> O/g padatan |
| Kemiringan/slope                  | B      | 0,4663        | 0,466  |                              |
| Konstanta permeabilitas kemasan   | k/x    | 0,004         | 0,007  | g/m <sup>2</sup> .hari.mmHg  |
| Luas permukaan kemasan            | A      | 0,02          | 0,02   | m <sup>2</sup>               |
| Berat kering produk dalam kemasan | Ws     | 25,592        | 25,592 | g padatan                    |
| Tekanan uap jenuh                 | Po     | 31,8          | 31,8   | mmHg                         |
| Perkiraan umur simpan             | T      | 44            | 25     | Hari                         |

Tabel 3. Perhitungan penentuan umur simpan pie carica pada RH 85%

| Parameter                         | Simbol | Jenis kemasan |        | Satuan                       |
|-----------------------------------|--------|---------------|--------|------------------------------|
|                                   |        | Alufo         | PP     |                              |
| Kadar air kesetimbangan           | Me     | 0,413         | 0,413  | g H <sub>2</sub> O/g padatan |
| Kadar air awal produk             | Mi     | 0,105         | 0,105  | g H <sub>2</sub> O/g padatan |
| Kadar air kritis                  | Mc     | 0,107         | 0,107  | g H <sub>2</sub> O/g padatan |
| Kemiringan/slope                  | b      | 0,466         | 0,466  |                              |
| Konstanta permeabilitas kemasan   | k/x    | 0,004         | 0,007  | g/m <sup>2</sup> .hari.mmHg  |
| Luas permukaan kemasan            | A      | 0,02          | 0,02   | m <sup>2</sup>               |
| Berat kering produk dalam kemasan | Ws     | 25,592        | 25,592 | g padatan                    |
| Tekanan uap jenuh                 | Po     | 31,8          | 31,8   | mmHg                         |
| Perkiraan umur simpan             | t      | 41            | 23     | Hari                         |

Selain nilai RH, jenis kemasan juga sangat mempengaruhi umur simpan suatu produk. Hasil perhitungan umur simpan produk dengan dua kemasan yang berbeda memberikan nilai umur simpan yang jauh berbeda. Perbedaan ini dapat disebabkan

oleh nilai permeabilitas antara kedua kemasan yang berbeda. Semakin besar nilai permeabilitas kemasan maka akan semakin singkat pula umur simpan produk yang dikemas. Permeabilitas kemasan merupakan kemampuan uap air menembus

suatu kemasan pada suatu kondisi suhu dan RH tertentu, sehingga semakin kecil permeabilitas uap air kemasan maka daya tembus uap air semakin kecil, begitupun sebaliknya. Umur simpan produk dengan kemasan *aluminium foil* jauh lebih lama apabila dibandingkan dengan kemasan plastik *polypropylene*. Nilai permeabilitas kemasan yang rendah memiliki kerapatan kemasan yang tinggi sehingga sejumlah uap air yang berdifusi melalui kemasan dapat dihambat (Yusmarini et al., 2013).

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada saat proses pengemasan adalah waktu kontak ketika produk yang telah selesai diproduksi (*freshly processed seasoning*) terhadap kondisi lingkungan sekitar pada saat proses pengemasan, serta bahan kemasan yang digunakan untuk mengemas juga perlu sesuai menurut standar produk pangan (Mustafidah & Widjanarko, 2015). Karakteristik jenis bahan pengemas akan mempengaruhi umur simpan produk pie carica selama proses distribusi berlangsung. Umur simpan pie carica ini dapat dipertahankan selama penyimpanan dengan mengatur kondisi penyimpanan. Kondisi yang perlu diperhatikan antara lain RH ruangan maupun suhu ruangan dipertahankan stabil atau tidak fluktuatif selama produk disimpan (Budijanto et al., 2010).

## KESIMPULAN

Selama penyimpanan dari hari ke 0-5, produk pie carica mengalami penurunan mutu pada seluruh atribut mutu sensoris yang diuji (rasa singkong, aroma carica, rasa carica, kerenyahan, keremahan, kesukaan secara keseluruhan). Kerusakan pie carica ditandai dengan mulai tidak diterima kerenyahan oleh panelis yang tercapai pada kadar air kritis 0,107 g H<sub>2</sub>O/g padatan. Berdasarkan pendekatan metode kadar air kritis diketahui umur simpan pie carica pada RH 75% dengan kemasan *aluminium foil* adalah 48 hari, sedangkan dengan kemasan plastik *polypropylene* adalah 27 hari. Pendugaan umur simpan pie carica pada RH 80% dengan kemasan *aluminium foil* adalah 44 hari, sedangkan dengan kemasan plastik *polypropylene* adalah 25 hari. Pendugaan umur simpan pie carica pada RH 85% dengan kemasan *aluminium foil* adalah 41 hari, sedangkan dengan kemasan plastik *polypropylene* adalah 23 hari.

## DAFTAR PUSTAKA

Agustia, F.C., Rukmini, H.S., Naufalin, R. & Ritonga, A.M., (2021). Pendugaan umur simpan tiwul instan yang dikemas dalam aluminium foil dan polietilen dengan metode akselerasi berdasarkan pendekatan kadar air kritis. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 10(1): 216-222. DOI:10.17728/jatp.7046.

- Aini, N., Prihananto, V., & Wijonarko, G. (2014). Karakteristik kurva isotherm sorpsi air tepung jagung instan. *Agritech*, 34(1), 50–55.
- 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. <https://doi.org/10.29244/jmpi.2019.6.1.1>
- Anandito, R. B. K., Siswanti, Purnamayati, L., & Sodiq, H. (2017). Shelf-life determination of fish Koya using critical moisture content approach. *Proceedings of the Pakistan Academy of Sciences: Part B*, 54(3), 201–206.
- Ariani, R. P., Ekayani, I. A. P. H., & Masdarini, L. (2021). Processing mocaf into pie susu with the addition of super food “spirulina.” *Journal of Physics: Conference Series*, 1810(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1810/1/012078>
- Astuti, S. D., Erminawati, E., Suri, A., & Kiyat, W. El. (2021). Optimasi formula dan uji deskriptif kuantitatif minuman jeli carica rendah kalori. *Agrointek : Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 15(3), 865–875. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v15i3.9198>
- Budijanto, S., Boing, A., & Dwi, Y. (2010). Penentuan umur simpan tortilla dengan metode akselerasi berdasarkan kadar air kritis serta pemodelan ketepatan sorpsi isotherminya. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, XXI(2), 165–170.
- Kusnadi, K., Tivani, I., & Amananti, W. (2016). Analisa kadar vitamin dan mineral buah karika dieng (carica pubescens lenne) dengan menggunakan spektrofotometri uv-vis dan aas. *Parapemikir : Jurnal Ilmiah Farmasi*, 5(2), 81–87. <https://doi.org/10.30591/pjif.v5i2.38>
- Kusnandar, F., Adawiyah, D. R., & Fitria, M. (2010). Pendugaan umur simpan biskuit dengan metode akselerasi berdasarkan pendekatan kadar air kritis. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 21(2), 1–6. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jtip/article/view/3407>
- Latief, R., Farahdiba, A. N., & Amalia, A. N. (2020). Shelf life study of bolu cukke using the accelerated shelf life testing (aslt) method. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 486(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/486/1/012052>
- Mustafidah, C., & Widjanarko, S. B. (2015). Umur simpan minuman serbuk berserat dari tepung porang (amorphophallus oncophyllus) dan karagenan melalui pendekatan kadar air kritis. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 3(2), 650–660.
- Nuraini, V., & Widanti, Y. A. (2020). Pendugaan umur simpan makanan tradisional berbahan dasar beras dengan metode accelerated shelf-life testing (aslt) melalui pendekatan arrhenius dan kadar air kritis. *Jurnal Agroteknologi*, 14(02), 189. <https://doi.org/10.19184/j-agt.v14i02.20337>
- Setiaboma, W., Kristanti, D., & Afifah, N. (2020). Pendugaan umur simpan kukis mocaf dengan metode akselerasi berdasarkan kadar air kritis. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 14(2), 167. <https://doi.org/10.26578/jrti.v14i2.5939>
- Smith, J. P., Daifas, D. P., El-Khoury, W., Koukoutsis, J., & El-Khoury, A. (2004). Shelf life and safety concerns of bakery products - a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44(1), 19–55. <https://doi.org/10.1080/10408690490263774>
- Solihin, Muhtarudin, & Sutrisna, R. (2015). The effect of storage time on water content, physical quality and mold

- distribution of vegetable and tuber waste wafers. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 3(2), 48–54.
- Sugiyono., Esther, M. & Aton, Y. (2013). Pembuatan ckreckers jagung dan pendugaan umur simpannya dengan pendekatan kadar air kritis. *J. Teknol. dan Industri*, 24 (2), 129-137. DOI:10.6066/jtip.2013.24.2.129.
- Wahyuni, S., Azis, T., Dian Puspita Dewi, N., Juwita, C. (2020). Prediksi umur simpan tepung wikau maombo menggunakan pendekatan kadar air kritis [prediction of shelf life of wikau maombo flour using critical moisture approach]. *J. Sains dan Teknologi Pangan*, 5(3), 2950–2966.
- Wijaya, I.M.A.S., Suter, I.K., & Yusa, N.M.(2014). Karakteristik isotermis sorpsi air dan umur simpan ledok instan. *Agritech*, 34(1), 29-35.
- Yusmarini, Y., Pato, U., Anirwan, S., & Siregar, H. (2013). Mi Instan berbasis pati sagu dan ikan patin serta pendugaan umur simpan dengan metode akselerasi. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pertanian Indonesia*, 5(2), 25–33. <https://doi.org/10.17969/jtipi.v5i2.1005>