

## ISOTERM ADSORPSI SERTA PENDUGAAN UMUR SIMPAN TEPUNG POLONG-POLONGAN *INDIGENOUS* INDONESIA

### *Isotherm Adsorption and Shelf Life Estimation of Indonesian Indigenous Legume Flour*

Rosiana Khoirunnissa<sup>1</sup>, Andriati Ningrum<sup>1</sup>, Aprilia Fitriani<sup>1,2</sup>, Supriyadi Supriyadi<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian - Fakultas Teknologi Pertanian -  
Universitas Gadjah Mada. Jl. Flora No. 1, Bulaksumur, Caturtunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta

<sup>2</sup>Teknologi Pangan - Fakultas Teknologi Industri - Universitas Ahmad Dahlan. Jl. Ringroad Selatan,  
Kragilan, Tamanan, Banguntapan, Bantul, Yogyakarta

\*Penulis Korespondensi, email : suprif248@ugm.ac.id

Disubmit : 26 Januari 2022

Direvisi : 3 Juli 2022

Diterima : 20 Juli 2022

### ABSTRAK

Kabau, Jengkol, Petai dan Lamtoro merupakan komoditas polong-polongan *indigenous* Indonesia yang telah banyak dibudidayakan dan dikonsumsi sejak zaman dahulu, berkembang lama dan dikenal masyarakat di suatu daerah tertentu di Indonesia. Banyaknya kandungan gizi pada komoditas ini sehingga dapat dimanfaatkan menjadi produk baru seperti tepung. Tepung merupakan salah satu produk dengan kadar air rendah sehingga dapat bertahan lama apabila disimpan pada suhu ruang. Namun, tepung merupakan bahan pangan yang mempunyai kemampuan menyerap dan melepaskan sebagian air selama penyimpanan yang dapat menyebabkan terjadinya perubahan mutu tepung. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan permodelan kurva ISL yang tepat serta pendugaan umur simpan pada tepung Kabau, Jengkol, Petai dan Lamtoro dengan proses perebusan sebagai pengolahan pendahuluan. Ruang lingkup pengujian yaitu penentuan kadar air setimbang dengan menggunakan metode gravimetri statis. Penentuan model dan ketepatan kurva ISL, serta perhitungan pendugaan umur simpan sampel menggunakan persamaan Labuza (1982). Hasil penelitian menunjukkan bahwa GAB merupakan permodelan kurva yang hampir tepat dalam menggambarkan pola penyerapan uap air sampel. Perhitungan pendugaan umur simpan sampel bahan segar memiliki umur simpan lebih panjang dibandingkan sampel dengan perebusan. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan untuk pengembangan produk awetan dari keempat komoditas yang digunakan. Pembuatan produk awetan dapat memudahkan konsumen untuk tetap mengkonsumsi komoditas ini ketika terjadi kelangkaan bahan.

Kata kunci : Isoterm Adsorpsi; Jengkol; Kabau; Lamtoro; Petai; Tepung; Umur simpan

### ABSTRACT

*Kabau, Jengkol, Petai and Lamtoro are indigenous Indonesian legume commodities have been widely cultivated and consumed since ancient times, have been growing for a long time and are known to the public in certain areas. The high nutritional content of this commodity can be process to a new product such as flour. Flour is a product with low moisture content so it can last a long time when stored at room temperature. However, flour is a product that has the ability to absorb and release moisture content during storage which can cause changes in flour quality. Therefore, this study aims to determine the appropriate ISL curve modelling and estimate the shelf life of Kabau, Jengkol, Petai and Lamtoro flours by pre-boiled processing. The scope of the test is to determine the equilibrium moisture content using the oven method. Determination of the model and the accuracy of the ISL curve and the calculation of the estimated shelf life of the sample using the Labuza equation (1982). The results showed that GAB is a curve model that almost accurately describes the sample's water*

*vapour absorption pattern. Calculation of the estimated shelf life of samples with fresh ingredients has a longer shelf life than samples with pre-boiled treatment. The results of this study can be used as a reference for the development of preserved products from the four commodities used. The manufacture of preserved products can make it easier for consumers to continue to consume this commodity when there is a shortage of materials.*

*Keywords : Adsorption Isotherm; Flour; Jengkol; Kabau; Lamtoro; Shelf life; Petai*

## PENDAHULUAN

Kabau (*Archidendron bubalinum*), Jengkol (*Archidendron pauciflorum*), Petai (*Parkia speciosa*) dan Lamtoro (*Leucaena leucocephala*) merupakan komoditas polong-polongan yang mempunyai karakteristik aroma yang kuat dan kurang sedap. Selain mempunyai aroma yang kuat, keempat komoditas ini juga kaya akan kandungan gizi sehingga apabila dilakukan proses pengolahan menjadi suatu produk baru akan meningkatkan nilai dari komoditas tersebut (Mohamed *et al.*, 1987; Asikin *et al.*, 2018; Molla *et al.*, 2021). Keempat komoditas ini mempunyai potensi pemanfaatan yang sangat luas untuk diolah menjadi produk baru, salah satunya yaitu pengolahan menjadi bumbu dalam bentuk tepung sebagai awetan dari bahan pangan, seperti pembuatan tepung bumbu instan yang dapat dengan mudah digunakan sebagai campuran bahan olahan lain, mudah dibawa selama perjalanan maupun selama penyimpanan.

Pembuatan awetan berupa tepung dari polong-polongan telah ditemukan dalam penelitian Du *et al.* (2014) tentang pembuatan tepung polong-polongan untuk efisiensi penerimaan oleh konsumen dan pengembangan produk. Selain itu, terdapat penelitian terdahulu mengenai pembuatan tepung Jengkol untuk pengembangan produk dan formulasi pangan baru yang telah dilakukan oleh Sridaran *et al.* (2012). Tepung memiliki sifat higroskopis (Susetyo *et al.*, 2016) yang dapat mempengaruhi stabilitas produk dan menyebabkan terjadinya perubahan yang tidak dikehendaki seperti terjadinya proses penggumpalan selama penyimpanan (Mustadih dan Widjanarko, 2015; Lancelot *et al.*, 2021).

Stabilitas produk selama penyimpanan dapat dilihat dari pola penyerapan air atau sorpsi isotermis yang digambarkan dengan kurva isoterm sorpsi lembab dengan menghubungkan aktivitas air ( $a_w$ ) dengan kadar air kesetimbangan bahan pangan selama penyimpanan (Loredo *et al.*, 2016). Penyimpanan tepung pada suhu ruang dapat

bertahan lama tergantung dari komposisi kandungan pada bahan yang digunakan. Sifat fisikokimia serta komponen penyusun dari bahan pangan juga dapat mempengaruhi kurva isoterm sorpsi lembab dari produk (Oyelade *et al.*, 2008; Sormoli dan Langrish, 2015). Cara mengetahui umur simpan dari tepung dapat dilakukan pendugaan berdasarkan metode kadar air kritis, yaitu proses penyimpanan pada kondisi kelembaban relatif (RH) yang bervariasi. Metode ini biasa digunakan untuk menduga umur simpan dari produk yang mudah mengalami kerusakan akibat penyerapan air pada bahan (Labuza *et al.*, 1985). Perubahan kadar air serta proses pengolahan yang dilakukan pada bahan pangan merupakan faktor yang dapat mempengaruhi perubahan mutu yang dapat menyebabkan umur simpan produk pangan menjadi pendek. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menentukan permodelan kurva ISL yang tepat serta pendugaan umur simpan pada tepung Kabau, Jengkol, Petai dan Lamtoro yang termasuk kedalam jenis polong-polongan *indigenous* Indonesia.

## METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain Kabau segar dengan kulit ari berwarna cokelat kemerahan yang diperoleh dari daerah Jambi, Jengkol segar masak namun tidak terlalu tua dengan ukuran sedang, Petai segar masak berukuran besar berwarna hijau segar dan Lamtoro segar berukuran besar berwarna hijau (telah dikupas) yang diperoleh dari daerah Sleman, Yogyakarta, garam NaOH,  $MgCl_2$ ,  $K_2CO_3$ , NaCl,  $KNO_3$ , akuades, toluene, dan lainnya.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu neraca analitik Kenko Jepang, *freeze dryer* Labconco, *blender* kering Panasonic MXJ1G, ayakan 60 mesh, oven, *desicator*, dan peralatan gelas seperti *beaker glass*, gelas ukur, pipet ukur, tabung ulir,

erlenmeyer, labu ukur, dan tabung reaksi dari Pyrex dan Iwaki.

### Proses Pengolahan

Pada penelitian ini dilakukan proses pengolahan pendahuluan rebus pada bahan. Proses perebusan sebagai metode pengolahan bahan pangan secara konvensional dilakukan dalam penelitian ini. Proses perebusan dilakukan dalam air mendidih dengan waktu perebusan pada sampel Kabau, Petai, Jengkol dan Lamtoro masing-masing selama 6, 5, 40 dan 5 menit. Media pengolahan yang digunakan yaitu air digunakan dengan perbandingan sampel dan media 1:5 (b/v).

### Pembuatan Tepung

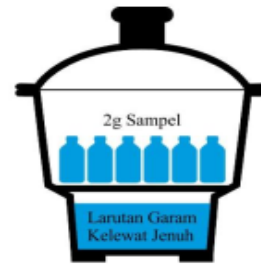
Kabau, Jengkol, Petai dan Lamtoro pada bahan segar dilakukan pengupasan, sortasi, pencucian dan sebagian dilakukan proses pendahuluan rebus. Bahan segar dan bahan dengan perlakuan rebus dibekukan pada suhu  $-20^{\circ}\text{C}$  kemudian dilakukan pengeringan menggunakan metode kering beku (*freeze drying*) pada suhu  $-50^{\circ}\text{C}$  dengan keadaan vakum selama 48 jam. Bahan yang sudah kering kemudian dilakukan penggilingan menggunakan *blender* kering dan selanjutnya diayak menggunakan ayakan 60 mesh.

### Pembuatan Larutan Garam Jenuh

Pembuatan larutan garam jenuh dilakukan menggunakan 5 jenis garam yaitu NaOH,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , NaCl dan  $\text{KNO}_3$ . Garam tersebut dimasukkan sedikit demi sedikit ke dalam *beaker glass* yang telah diisi 50 ml akuades, kemudian diaduk menggunakan *stirrer* hingga garam tidak dapat larut lagi atau sudah jenuh.

### Penentuan Kadar Air Kesetimbangan

Kadar air kesetimbangan (Me) diukur dengan cara menyimpan sampel pada suhu ruang ( $\pm 28^{\circ}\text{C}$ ) dengan kondisi RH yang berbeda untuk mendapatkan kurva ISL. Sampel sebanyak 2 g disimpan pada *chamber* yang telah diatur RH-nya menggunakan larutan garam jenuh. Sampel ditimbang secara berkala sampai mencapai *steady state* atau keadaan setimbang, yaitu tidak ada proses terjadinya perpindahan uap air dari sampel ke lingkungan maupun dari lingkungan ke sampel ditandai dengan bobot sampel yang konstan.



Gambar 1. Ilustrasi Penyimpanan Sampel Pada *Chamber* dengan Larutan Garam Lewat Jenuh

Kemudian diukur kadar airnya menggunakan metode gravimetri berdasarkan AOAC (1995). Kadar air kesetimbangan dihitung berdasarkan basis kering seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 1.

$$Me(\%bk) = \frac{\text{berat sampel awal} - \text{berat sampel akhir}}{\text{berat sampel awal}} \times 100 \dots (1)$$

### Penentuan Kadar Air Kritis (Mc)

Kadar air kritis (Mc) dilakukan dengan menyimpan sampel pada RH 99%. Sampel dilakukan analisis *sieve test* (Sonaye dan Baxi, 2012), sampel lolos ayakan 60 mesh kurang dari 50% dianggap telah mengalami kerusakan ditandai dengan terjadinya penggumpalan sampel. Kemudian sampel yang tidak lolos ayakan 60 mesh diukur kadar air menggunakan metode gravimetri berdasarkan AOAC (1995). Kadar air kritis dihitung berdasarkan basis kering seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 2.

$$Mc(\%bk) = \frac{\text{berat sampel awal} - \text{berat sampel akhir}}{\text{berat sampel awal}} \times 100 \dots (2)$$

### Penentuan Model Kurva Isoterm Adsorpsi

Isoterm adsorpsi dapat diketahui berdasarkan permodelan matematika yang digunakan. Beberapa permodelan kurva isoterm sorpsi lembab yang biasa digunakan dalam bahan pangan tepung diantaranya yaitu *Guggenheim Anderson DeBoer* (GAB), Oswin, Caurie, dan Henderson. Keempat model ini dapat menggambarkan pola penyerapan air pada rentang  $a_w$  yang luas, dapat menggambarkan pola penyerapan air pada produk bubuk serta dapat digunakan pada produk biji-bijian (Dalgic *et al.*, 2012). Adapun persamaan permodelannya yaitu ditunjukkan pada Persamaan 3-6.

- 1) Permodelan GAB  

$$Me = \frac{Mo.C.K.Aw}{(1-K.Aw)[1-K.Aw+C.K.Aw]} \dots\dots\dots(3)$$
- 2) Permodelan Oswin  

$$Me = P1 \times \left(\frac{aw}{1-aw}\right)^{P2} \dots\dots\dots(4)$$
- 3) Permodelan Caurie  

$$\ln\left(\frac{1}{M}\right) = -\ln(C.Mo) + \frac{2C}{Mo} \ln\left(\frac{1-aw}{aw}\right) \dots\dots\dots(5)$$
- 4) Permodelan Henderson  

$$1-aw = \exp(-K.Me^n) \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan :

- M = kadar air (%)
- Mo = kadar air monolayer (%)
- aw = aktivitas air
- C = konstanta energi
- K = konstanta
- P1 dan P2 = konstanta
- K dan n = konstanta

Model kurva isoterm sorpsi lembab diubah ke dalam permodelan matematika yang ditunjukkan pada Persamaan 7-10.

- 1) GAB  

$$y = a_w/Me \text{ dan } x = a_w \dots\dots\dots(7)$$
- 2) Oswin  

$$y = \ln Me \text{ dan } x = \ln(a_w/(1-a_w)) \dots\dots\dots(8)$$
- 3) Caurie  

$$y = \ln(1/Me) \text{ dan } x = \ln(1-a_w)/a_w \dots\dots\dots(9)$$
- 4) Henderson  

$$y = \log(\ln(1/1-a_w)) \text{ dan } x = \log Me \dots\dots\dots(10)$$

### Uji Ketepatan Model

Untuk memperoleh kurva isoterm sorpsi lembab yang sesuai dengan bahan, dilakukan uji ketepatan model dengan cara menghitung nilai *Mean Relative Determination* (MRD) dengan membandingkan data kadar air hasil percobaan dengan data kadar air hasil prediksi (Kusnandar *et al.*, 2010). Adapun Persamaan 11 untuk menghitung nilai MRD.

$$MRD = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{Mi - Mhit}{Mi} \right| \dots\dots\dots(11)$$

Keterangan :

- Mi = kadar air hasil percobaan (%)
- Mhit = kadar air hasil perhitungan (%)
- n = jumlah data
- MRD < 5, model persamaan sangat tepat
- 5 < MRD < 10, model persamaan agak tepat
- MRD > 10, model persamaan tidak tepat

### Variabel Pendukung

Variabel pendukung diperlukan untuk menghitung pendugaan umur simpan dari tepung Kabau, Jengkol, Petai dan Lamtoro, seperti permeabilitas kemasan (k/x), luas kemasan (A) serta bobot padatan per kemasan (Ws).

- a) Permeabilitas kemasan, Persamaan 12.

$$k/x = \frac{WVTR}{Po \times RH} \dots\dots\dots(12)$$

Keterangan:

WVTR (*water vapor transmission rate*) merupakan metode yang digunakan dalam mengukur jumlah uap air yang dapat melewati kemasan pada suhu dan RH tertentu.

- b) Luas kemasan, Persamaan 13.

$$A = (\text{panjang} \times \text{lebar}) \times 2 \text{ sisi kemasan} \dots\dots\dots(13)$$

- c) Bobot padatan per kemasan, Persamaan 14.

$$Ws = \frac{\text{berat sampel}}{\text{kadar air awal} + \text{berat sampel}} \dots\dots\dots(14)$$

### Pendugaan Umur Simpan

Pendugaan umur simpan dilakukan berdasarkan metode ASLT dengan pendekatan kadar air kritis. Sampel dilakukan penyimpanan pada suhu ruang ( $\pm 28^\circ\text{C}$ ) dan RH terkontrol pada chamber dengan larutan garam lewat jenuh. Data yang telah diperoleh seperti kadar air kesetimbangan, kadar air kritis serta variabel pendukung lainnya digunakan untuk menghitung pendugaan umur simpan menggunakan Persamaan 15 Labuza *et al.* (1982), yaitu:

$$t = \frac{\ln\left(\frac{Me - Mo}{A \times \frac{Po}{b}}\right)}{\frac{k}{x} \times \frac{Ws}{x}} \dots\dots\dots(15)$$

Keterangan:

- t = pendugaan umur simpan (hari)
- Me = kadar air kesetimbangan (g H<sub>2</sub>O/g padatan)
- Mo = kadar air awal (g H<sub>2</sub>O/g padatan)
- Mc = kadar air kritis (g H<sub>2</sub>O/g padatan)
- k/x = konstanta permeabilitas uap air kemasan
- A = luas permukaan kemasan (m<sup>2</sup>)
- Ws = bobot padatan per kemasan (g)
- Po = tekanan uap jenuh (mmHg)
- b = slope kurva ISL

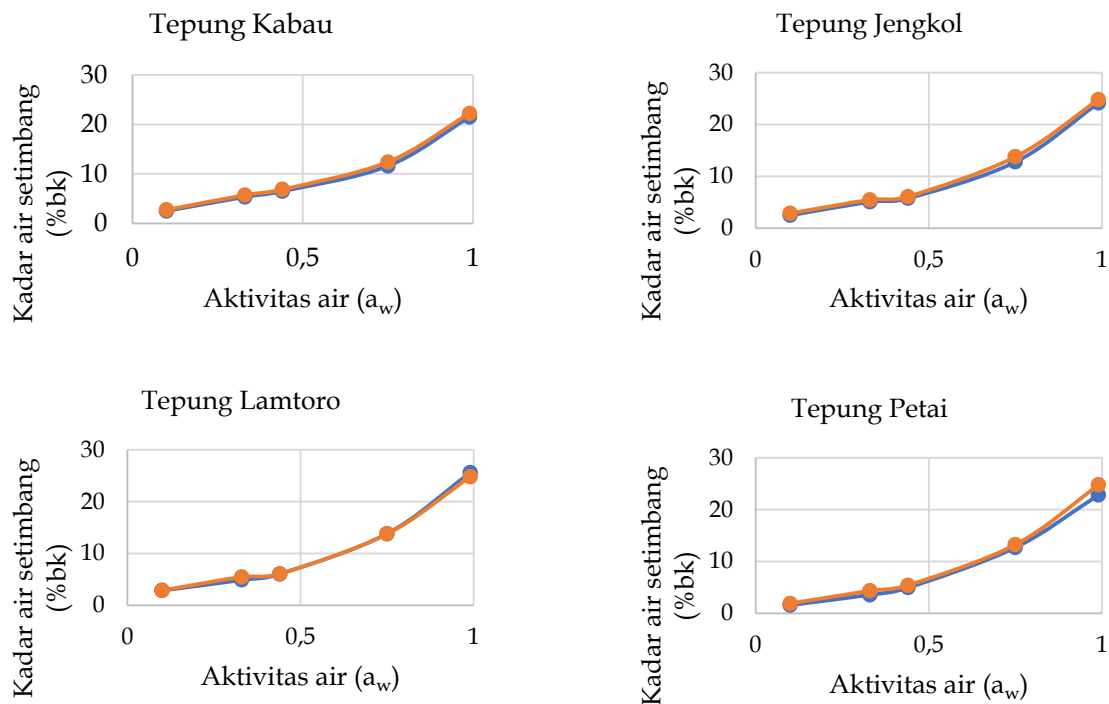
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kurva Isoterm Sorpsi Lembab (ISL)

Kurva isoterm sorpsi lembab (ISL) ditentukan dengan menghubungkan aktivitas air ( $a_w$ ) dengan kadar air kesetimbangan ( $M_e$ ) selama proses penyimpanan berdasarkan data yang diperoleh selama penelitian.

Data yang dihasilkan diperoleh dengan cara menyimpan sampel pada suhu ruang ( $\pm 28^\circ\text{C}$ ) dengan kondisi RH yang berbeda dan lama penyimpanan yang bervariasi. Sampel yang disimpan pada larutan garam jenuh NaOH,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , MgCl, dan NaCl mencapai keadaan setimbang pada hari ke-12, sedangkan pada larutan garam jenuh  $\text{KNO}_3$  mencapai keadaan setimbang pada hari ke-28.

Selama proses penyimpanan terjadi perpindahan uap air dari lingkungan ke sampel akibat adanya perbedaan RH sampai tercapai kondisi kesetimbangan ditandai dengan bobot yang konstan (Ritonga *et al.*, 2018). Semakin tinggi kondisi RH penyimpanan maka nilai kadar air kesetimbangan juga tinggi. Hasil ini didukung oleh pernyataan Mustafidah dan Widjarnako (2015) bahwa semakin tinggi kelembaban relatif (RH) tempat penyimpanan maka semakin tinggi nilai kadar air kesetimbangan pada minuman serbuk berserat. Data yang diperoleh dari masing-masing sampel kemudian diplotkan ke dalam kurva isoterm sorpsi lembab (ISL) yang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kurva ISL Adsorpsi Pada Tepung Kabau, Tepung Jengkol, Tepung Lamtoro, Tepung Petai (garis biru menggambarkan sampel segar dan garis oranye menggambarkan sampel dengan perlakuan rebus)

Berdasarkan sajian pada Gambar 2 menunjukkan adanya lengkungan yang terbentuk pada rentang  $a_w$  0,30 sampai 0,45. Kurva ISL dari masing-masing sampel menyerupai huruf S atau berbentuk sigmoid sehingga kurva ISL dari tepung Kabau, tepung Jengkol, tepung Petai dan tepung Lamtoro mendekati tipe II. Tipe kurva ISL pada setiap bahan bervariasi tergantung sifat higroskopis

yang dimiliki oleh bahan (Kusnandar *et al.*, 2010). Sampel yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk tepung dengan kandungan air yang rendah, sehingga bentuk kurva ISL tipe II atau menyerupai huruf S sesuai dengan pernyataan Labuza *et al.* (1985) bahwa bahan pangan dengan kandungan air yang rendah memiliki kecenderungan kurva isoterm berbentuk sigmoid atau tipe II. Pola isoterm sorpsi

lembab yang berbentuk sigmoid atau tipe II juga dihasilkan pada beberapa penelitian yang telah dilakukan seperti penelitian Suppakul *et al.* (2013) pada tepung singkong, penelitian Aini *et al.* (2014) pada tepung jagung instan, penelitian Zapata *et al.* (2014) pada tepung sereal gandum.

#### Ketepatan Model Kurva Isoterm Sorpsi Lembab (ISL)

Data hubungan kadar air kesetimbangan dengan aktivitas air yang diperoleh dari masing-masing sampel kemudian diubah

kedalam beberapa permodelan matematika kurva ISL. Penentuan kadar air kesetimbangan dari hasil perhitungan berdasarkan persamaan dari masing-masing permodelan yang digunakan yaitu GAB, Oswin, Caurie, dan Henderson. Langkah selanjutnya yaitu dilakukan perhitungan nilai MRD untuk mengetahui permodelan yang tepat dalam menggambarkan pola penyerapan uap air masing-masing sampel tepung yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai MRD permodelan

| Permodelan | MRD (%)      |             |                |             |                |             |              |             |
|------------|--------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|--------------|-------------|
|            | Tepung Kabau |             | Tepung Jengkol |             | Tepung Lamtoro |             | Tepung Petai |             |
|            | Segar        | Rebus       | Segar          | Rebus       | Segar          | Rebus       | Segar        | Rebus       |
| <b>GAB</b> | <b>0,64</b>  | <b>1,17</b> | <b>5,42</b>    | <b>6,66</b> | <b>8,02</b>    | <b>8,66</b> | 10,32        | <b>7,23</b> |
| Oswin      | 17,40        | 17,09       | 14,62          | 13,92       | 15,79          | 14,05       | 23,11        | 19,61       |
| Caurie     | 17,97        | 20,29       | 14,61          | 15,29       | 19,68          | 11,42       | 25,62        | 20,49       |
| Henderson  | 44,92        | 45,10       | 48,64          | 48,24       | 49,72          | 49,20       | 53,26        | 52,37       |

Tabel 2. Parameter persamaan dan nilai Slope b model GAB

| Sampel         | Perlakuan | K    | C     | Mo   | Slope b |
|----------------|-----------|------|-------|------|---------|
| Tepung Kabau   | Segar     | 0,77 | 9,50  | 5,22 | 0,15    |
|                | Rebus     | 0,77 | 9,90  | 5,55 | 0,14    |
| Tepung Jengkol | Segar     | 0,83 | 10,15 | 4,65 | 0,17    |
|                | Rebus     | 0,83 | 12,14 | 4,87 | 0,17    |
| Tepung Lamtoro | Segar     | 0,85 | 8,710 | 4,21 | 0,18    |
|                | Rebus     | 0,85 | 12,10 | 4,57 | 0,18    |
| Tepung Petai   | Segar     | 0,85 | 5,05  | 4,32 | 0,14    |
|                | Rebus     | 0,84 | 6,04  | 4,71 | 0,14    |

Berdasarkan hasil yang didapat pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa permodelan GAB merupakan yang paling tepat untuk menggambarkan isoterm sorpsi lembab pada tepung Kabau segar dan rebus, agak tepat pada tepung Jengkol segar dan rebus, tepung Lamtoro segar dan rebus dan tepung Petai rebus. Secara keseluruhan dapat dikatakan bahwa GAB merupakan permodelan yang paling tepat untuk menggambarkan fenomena isoterm sorpsi lembab pada sampel tepung Kabau, tepung Jengkol, tepung Petai dan tepung Lamtoro pada bahan segar maupun bahan dengan perlakuan pendahuluan rebus karena memiliki nilai MRD lebih kecil dari permodelan lainnya. Parameter persamaan

dan nilai *slope b* yang dihasilkan dari persamaan model GAB disajikan pada Tabel 2.

Model persamaan GAB dapat mendeskripsikan pola penyerapan air yang baik pada hampir setiap produk karena model ini menggambarkan perilaku penyerapan pada rentang  $a_w$  yang luas yaitu 0-0,9 (Andraede *et al.*, 2011). Model GAB memiliki validitas yang tinggi pada pengujian biji-bijian yang dapat mewakili  $a_w$  0,1 sampai 0,94 (Moreira *et al.*, 2010). Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu, kurva isoterm sorpsi lembab dapat digambarkan dengan permodelan GAB pada tepung singkong (Suppakul *et al.*, 2013), tepung tapioka (Chistie *et al.*, 2012), tepung singkong terfermentasi

angkak (Menkov dan Durakova, 2007), tepung jagung (Aini *et al.*, 2014).

### Pendugaan Umur Simpan

Pendugaan umur simpan tepung Kabau, tepung Jengkol, tepung Lamtoro dan tepung Petai dilakukan berdasarkan pendekatan kadar air kritis dan dihitung berdasarkan persamaan Labuza *et al.* (1982) dengan menentukan terlebih dahulu parameter-parameter yang dibutuhkan, kemudian disajikan pada Tabel 3.

Metode pendekatan kadar air kritis umumnya dilakukan pada bahan yang sensitif terhadap penyerapan uap air. Untuk mengetahui pendugaan umur simpan dari produk berdasarkan metode ini dilakukan dengan mensimulasi kerusakan produk dilihat dari pola penyerapan uap air sehingga didapatkan kurva isoterm sorpsi lembab (ISL) (Aini *et al.*, 2014). Kadar air kritis (Mc) diukur dengan cara menyimpan sampel pada RH

99%. Sampel dilakukan analisis *sieve test* (Sonaye dan Baxi, 2012), jika sampel yang lolos mesh 60 kurang dari 50% maka sampel dianggap telah mengalami kerusakan ditandai dengan terjadinya penggumpalan. Masing-masing sampel dilakukan analisis kadar air yang dinyatakan sebagai kadar air kritis (Mc). Pendugaan umur simpan tepung Kabau, tepung Jengkol, tepung Lamtoro dan tepung Petai berdasarkan pendekatan kadar air kritis yang disimpan pada suhu ruang dengan RH 75% yang dikemas menggunakan plastik PP, mengacu pada produk tepung bumbu komersial, dengan luas kemasan 0,0165 m<sup>2</sup> (11×15 cm), dengan permeabilitas kemasan 0,14 g/m<sup>2</sup>hr.mmHg, kemudian dihitung dengan menggunakan persamaan Labuza *et al.* (1982) sehingga didapatkan hasil pendugaan umur simpan pada masing-masing sampel seperti yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 3. Parameter pendugaan umur simpan tepung Kabau, tepung Jengkol, tepung Lamtoro dan tepung Petai

| Parameter                                | Tepung Kabau | Tepung Kabau | Tepung Jengkol | Tepung Jengkol | Tepung Lamtoro | Tepung Lamtoro | Tepung Petai | Tepung Petai |
|--|--------------|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|--------------|
|  | Segar        | Rebus        | Segar          | Rebus          | Segar          | Rebus          | Segar        | Rebus        |
| Mo (% b.k.)                              | 5,22         | 5,55         | 4,65           | 4,87           | 4,21           | 4,57           | 4,32         | 4,21         |
| Me (% b.k.)                              | 11,59        | 12,41        | 12,8           | 13,79          | 12,38          | 13,84          | 12,27        | 13,28        |
| Mc (% b.k.)                              | 11,13        | 11,94        | 12,38          | 13,3           | 12,11          | 13,26          | 12,53        | 12,87        |
| <i>slope b</i>                           | 0,15         | 0,14         | 0,17           | 0,17           | 0,18           | 0,18           | 0,14         | 0,14         |
| <i>k/x</i><br>(g/m <sup>2</sup> hr.mmHg) | 0,14         | 0,14         | 0,14           | 0,14           | 0,14           | 0,14           | 0,14         | 0,14         |
| Ws (g)                                   | 71,28        | 71,06        | 71,67          | 71,52          | 71,97          | 71,72          | 71,89        | 71,97        |
| A (m <sup>2</sup> )                      | 0,0165       | 0,0165       | 0,0165         | 0,0165         | 0,0165         | 0,0165         | 0,0165       | 0,0165       |
| Po (mmHg)                                | 31,82        | 31,82        | 31,82          | 31,82          | 31,82          | 31,82          | 31,82        | 31,82        |

Tabel 4. Pendugaan umur simpan tepung Kabau, tepung Jengkol, tepung Lamtoro dan tepung Petai

| Sampel         | Perlakuan | Pendugaan Umur Simpan |       |
|----------------|-----------|-----------------------|-------|
|                |           | Hari                  | Bulan |
| Tepung Kabau   | Segar     | 377,61                | 12,59 |
|                | Rebus     | 368,90                | 12,30 |
| Tepung Jengkol | Segar     | 495,76                | 16,53 |
|                | Rebus     | 479,75                | 15,99 |
| Tepung Lamtoro | Segar     | 588,19                | 19,61 |
|                | Rebus     | 482,83                | 16,09 |
| Tepung Petai   | Segar     | 511,49                | 17,05 |
|                | Rebus     | 419,87                | 14,00 |

Hasil perhitungan menunjukkan tepung Kabau, tepung Jengkol, tepung Lamtoro dan tepung Petai pada bahan segar mempunyai umur simpan lebih lama dibandingkan tepung dengan perlakuan rebus yaitu tepung Kabau segar selama 12 bulan, tepung Kabau rebus 12 bulan, tepung Jengkol segar 16 bulan, tepung Jengkol rebus 15 bulan, tepung Lamtoro segar 19 bulan, tepung Lamtoro rebus 16 bulan, tepung Petai segar 17 bulan dan tepung Petai rebus 14 bulan. Pada proses perebusan terjadi kontak antara sampel dengan media perebusan yaitu air panas sehingga kemungkinan terjadinya kenaikan kadar air pada sampel dengan perlakuan rebus dibandingkan dengan sampel segar (Fitriani *et al.*, 2021). Sampel yang memiliki kadar air lebih rendah akan tahan lama dan kemungkinan terjadinya rusak akibat jamur akan relatif kecil. Produk tepung juga bersifat higroskopis sehingga selama proses penyimpanan dimungkinkan terjadinya penyerapan uap air yang dapat menyebabkan terjadinya perubahan yang tidak diinginkan serta dapat memperpendek umur simpan (Mustadiah dan Widjanarko, 2015).

## SIMPULAN

Kurva ISL hasil percobaan pada tepung Kabau, tepung Jengkol, tepung Lamtoro dan tepung Petai mendekati permodelan Guggenheim-Anderson-DeBoer (GAB). Model GAB umum digunakan untuk setiap bahan pangan karena dapat mendeskripsikan pola penyerapan air pada rentang  $a_w$  yang luas yaitu 0-0,9. Selanjutnya pendugaan umur simpan dari masing-masing sampel yang disimpan pada RH 75% dengan kemasan PP pada tepung Kabau segar selama 12 bulan, tepung Kabau rebus 12 bulan, tepung Jengkol segar 16 bulan, tepung Jengkol rebus 15 bulan, tepung Lamtoro segar 19 bulan, tepung Lamtoro rebus 16 bulan, tepung Petai segar 17 bulan dan tepung Petai rebus 14 bulan. Umur simpan dari masing-masing sampel berbeda berdasarkan kandungan dari sampel yang digunakan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi yang

telah mendanai penelitian ini dalam skema Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi dengan nomor 2897/UN1.DITLIT/DIT-LIT/PT/2020.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aini, -N., Prihananto, -V., Wijonarko, -G., 2014. Karakteristik kurva isoterm sorpsi air tepung jagung instan. *Agritech*. 34(1), 50-55. <https://doi.org/10.22146/agritech.9522>
- Andraede P, R, -D., Lemus M, -R., Perez C, C, -E., 2011. Models of sorption isotherms for food: Uses and limitations. *Vitae*. 18(3), 325-224. <https://www.redalyc.org/pdf/1698/169822677013.pdf>
- Asikin, -Y., Kusumiyati, Taira, -E., Wada, -K., 2018. Alterations in the morphological, sugar composition, and volatile flavor properties of Petai (*Parkia speciosa* Hassk.) seed during ripening. *Food Research International*. 106, 647-653. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.01.044>
- Chisté, R, -C., Silva, P, -A., Lopes, A, -S., Silva Pena, -R., 2012. Sorption isotherms of tapioca flour. *International Journal of Food Science & Technology*. 47(4), 870-874. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02900.x>
- Dalgic, A, -C., Pekmez, -H., Belibagh, -K., 2012. Effect of drying methods on the moisture sorption isotherms and thermodynamic properties of mint leaves. *Journal of Food Science and Technology*. 49(4), 439-449. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0302-7>
- Du, S, -K., Jiang, -H., Yu, -X., Jane, J, -L., 2014. Physicochemical and functional properties of whole legume flour. *LWT - Food Science and Technology*. 55(1), 308-313. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.06.001>
- Fitriani, -A., Santoso, -U., Supriyadi, -S., 2021. Conventional processing affects nutritional and antinutritional components and in vitro protein digestibility in Kabau. *International Journal of Food Science*. 21, 1-8. <https://doi.org/10.1155/2021/3057805>
- Kusnandar, -F., Adawiyah, D, -R., Fitria, -M., 2010. Pendugaan umur simpan produk biskuit dengan metode akselerasi berdasarkan pendekatan kadar air kritis. *Jurnal Teknologi Pangan dan Industri Pangan*. 21(2), 117-122.



- <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jtip/article/view/3407>
- Labuza, T, -P., Kaanane, -A., Chen, J, -Y., 1985. Effect of temperature on the moisture sorption isotherms and water activity shift of two dehydrated foods. *Journal of Food Science*. 50(2), 385-392. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1985.tb13409.x>
- Lancelot, -E., Fontaine, -J., Grua-Priol, -J., Le-Bail, -A., 2021. Effect of long-term storage conditions on wheat flour and bread baking properties. *Food Chemistry*. 346, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128902>
- Loredo, R, Y, -A., Hernandez, A, I, -R., Sanchez, E, -M., Aldapa, C, A, -G., Velazquez, -G., 2016. Effect of equilibrium moisture content on barrier, mechanical and thermal properties of chitosan films. *Food Chemistry*. 196, 560-566. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.065>
- Menkov, N, -D., Durakova, -A., 2007. Moisture sorption isotherms of sesame flour at several temperatures. *Food Technology and Biotechnology*. 45(1), 96-100. <https://hrcak.srce.hr/file/48177>
- Mohamed, -S., Abd. Rahman, M, -S., Sulaiman, -S., Abdullah, -F., 1987. Some nutritional and anti-nutritional components in jering (*Phitecellobium jeringa*), keredas (*Pithecellobium microcarpum*) and Petai (*Parkia speciosa*). *Pertanika*. 10(1), 61-68. <https://eurekamag.com/research/006/445/006445376.php>
- Molla, M, -M., Kamal, M, -M., Sabuz, A, -A., Chowdury, F, M, -G., Khan, M, H, -H., Khatun, -A., Miaruddin, -M., Zashimuddin, -M., Islam, M, -M., 2021. Chemical composition, bioactive compounds, antioxidants potential and mycotoxin of minor exotic archidendron pauciflorum fruit with the focus to Bangladesh. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 34, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2021.102039>
- Moreira, -R., Chenlo, -F., Torres, M, -D., Prieto, -D., 2010. Water adsorption and desorption isotherms of chesnut and wheat flour. *Industrial Crops and Products*. 32(3), 252-257. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.04.021>
- Mustafidah, -C., Widjarnako, S, -B., 2015. Umur simpan minuman serbuk berserat dari tepung porang (*Amorpophallus oncophillus*) dan karagenan melalui pendekatan kadar air kritis. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(2), 650-660. <https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/186>
- Oyelade, O, -J., Tunde-Akintunde, T, -Y., Igbeka, J, -C., Oke, M, -O., Raji, O, -Y., 2008. Modelling moisture sorption isotherms for maize flour. *Journal of Stored Products Research*. 44(2), 179-185. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2007.10.005>
- Ritonga, A, -M., Masrukhi., Siswantoro., 2018. Pendugaan umur simpan gula kelapa kristal menggunakan metode akselerasi berdasarkan pendekatan kadar air kritis. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 21(1), 11-18. <https://doi.org/10.21776/ub.jtp.2020.021>
- Sonaye, -S., Baxi, -R., 2012. Particle size measurement and analysis of flour. *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)*. 2(3), 1839-1842. [https://www.ijera.com/papers/Vol2\\_issue3/KZ2318391842.pdf](https://www.ijera.com/papers/Vol2_issue3/KZ2318391842.pdf)
- Sormoli, M, -E., Langrish, T, A, -G., 2015. Moisture sorption isotherms and net isosteric heat of sorption for spray-dried pure orange juice powder. *LWT - Food Science and Technology*. 62(1), 875-882. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.09.064>
- Sridaran, -A., Karim, -A., Bhat, -R., 2012. *Pithecellobium jiringa* legume flour for potential food applications: Studies on their physico-chemical and functional properties. *Food Chemistry*. 130(3), 582-535. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.07.062>
- Suppakul, -P., Chalernsook, -B., Ratisuthawat, -B., Prapastitthi, -S., Munchukangwan, -N., 2013. Empirical modeling of moisture sorption characteristics and mechanical and barrier properties of cassava flour film and their relation to plasticizing-antiplasticizing effects. *LWT - Food Science and Technology*. 50(1), 290-297. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.05.013>
- Susetyo, Y, -A., Hartini, -S., Cahyani, M, -N., 2016. Optimasi kandungan gizi tepung ubi jalar (*Ipomoea batatas L.*) terfermentasi ditinjau dari dosis penambahan inokulum angkak serta aplikasinya dalam pembuatan mie basah. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 5(2), 44-51. <http://dx.doi.org/10.17728/jatp.172>
- Zapata, M, J, -E., Quintero, C, O, -A., Porras, B, L, -D., 2014. Sorption isotherms for oat flakes (*Avenasativa L.*). *Agronomía*

*Colombiana*. 32(1), 52-58. v32n1.40652  
<https://doi.org/10.15446/agron.colomb>.