

**Pendugaan Masa Kadaluarsa Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz) Instan
pada Beberapa Bahan Kemasan**

*The Shelf Life Estimating of Instan Cassava (*Manihot esculenta* Crantz)
Using Several Packaging Materials*

Pande P. Elza Fitriani¹, I Made Anom S. WIjaya^{2*}, I. B. W. Gunam³

1. Program Studi Magister Ilmu dan Teknologi Pangan, PascaSarjana Universitas Udayana, Jl. PB
Sudirman Denpasar; 2. PS Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana;
3.PS Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana
Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Badung-Bali

Diterima 11 Februari 2015 / Disetujui 25 Februari 2015

ABSTRACT

The shelf life estimating of instant cassava were determined by analyzing the moisture sorption of it. The instant cassava was made into cube form with dimension of 0,5 cm x 0,5 cm x 0,5 cm and used as samples to analyzing the moisture sorption isotherm characteristic. Moisture sorption isotherms of it were determined at $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ using standard gravimetric static method over a range of equilibrium relative humidity (ERH) from 6.90%-97.90%. The experimental data were fitted by Henderson model and well predicted almost at each point of a_w . The data of instant cassava's moisture sorption isotherm followed type II behavior. The shelf life of it were calculated using Labuza equation with three different packaging materials: low density polyethylene (LDPE) of 0.03 mm thickness, polypropylene (PP) of 0.03 mm thickness and retort pouch. The shelf life of instant cassava using those three packaging materials were obtained for 103, 88 and 3502 days, respectively.

Keywords: *instant cassava, equilibrium moisture content, moisture sorption isotherm modeling, Henderson model, shelf life*

* Korespondensi penulis :
Email: anomsw@yahoo.com

PENDAHULUAN

Dalam upaya diversifikasi dan ketahanan pangan, pangan lokal diharapkan mampu menjadi pangan yang dikonsumsi oleh masyarakat seluruh kalangan. Gaya hidup dan tingkat aktivitas masyarakat yang tinggi, mendorong pengembangan pangan instan dari berbagai jenis pangan, termasuk pangan lokal. Ubi kayu dalam bentuk segar bersifat mudah rusak sehingga diperlukan upaya-upaya memperpanjang masa simpan, salah satunya dengan mengolahnya menjadi ubi kayu instan. Selain itu, informasi nilai gizi, bahan baku dan tanggal kadaluarsa merupakan hal penting yang wajib dicantumkan oleh para produsen pangan. Informasi tanggal kadaluarsa produk, dapat dijadikan salah satu bentuk jaminan keamanan bagi konsumen.

Pengetahuan tentang isothermis sorpsi air (ISA) sangat penting dalam bidang ilmu dan teknologi pangan. Isothermis sorpsi air menunjukkan hubungan antara aktivitas air/*water activity* (a_w) dengan kadar air produk pangan di suatu kondisi penyimpanan pada nilai kelembaban relatif/*relative humidity* (RH) tertentu. Syarief dan Halid (1993) menyatakan bahwa hasil dari berbagai reaksi kimiawi dalam produk pangan bersifat akumulatif dan *irreversible* selama penyimpanan, sehingga pada akhirnya produk pangan tersebut tidak lagi diterima oleh konsumen. Reaksi kimiawi yang terakumulasi sehingga produk tidak dapat lagi diterima oleh konsumen disebut dengan masa kadaluarsa. Pembuatan kurva ISA bertujuan

mendapatkan kemulusan kurva yang tinggi, sehingga model-model persamaan yang sederhana dan lebih sedikit jumlah parameternya akan lebih cocok digunakan (Labuza, 1982). Metode kuadrat terkecil ini dapat memilih suatu regresi terbaik diantara semua kemungkinan garis lurus yang dapat dibuat pada suatu diagram pencar (Walpole, 1995).

Model persamaan ISA menjelaskan hubungan antara a_w dan kadar air produk pangan berdasarkan parameter-parameter yang berpengaruh terhadap kondisi produk dan memiliki parameter kurang dari atau sama dengan tiga dan mampu digunakan dalam jangkauan RH 0-95% agar mampu mewakili ketiga daerah pada sorpsi isothermis (Labuza, 1968). Hal ini harus diuji, karena model persamaan sorpsi isothermis suatu produk pangan satu dengan yang lainnya tidaklah sama. Terdapat banyak model atau persamaan ISA yang telah dikemukakan oleh para ahli, Antara lain model Brunauer-Emmet-Teller (BET), Oswin, Hasley, Henderson, Caurie, Chen Clayton dan Guggenheim-Anderson-de Boer (GAB) yang cocok digunakan untuk produk dengan kandungan karbohidrat yang tinggi (Ajisegiri dkk. 2007). Tidak ada satupun model yang benar-benar tepat, namun beberapa model mampu menggambarkan kondisi bahan pangan dengan baik. Model Henderson dinyatakan secara empiris mampu menggambarkan kondisi bahan pangan pada suhu ruang. Model Henderson telah banyak digunakan untuk menganalisis karakteristik produk yang mengandung pati dan protein (Chirife dan Iglesias. 1978).

Masa kadaluarsa dipengaruhi oleh sifat produk pangan kemasan yang digunakan dan juga kondisi lingkungan. Masa kadaluarsa merupakan parameter ketahanan produk bersangkutan selama penyimpanan yang menunjukkan selang waktu produk masih dapat diterima dan dikonsumsi, maka dari itu masa kadaluarsa dapat diduga melalui laju penurunan mutu. Melalui analisis secara kuantitatif, pengukuran laju deteriorasi kadar air melalui analisis penyerapan air. Perubahan kadar air produk pangan kering dihubungkan dengan laju penurunan mutu. Sifat terpenting bahan kemasan terdiri dari bentuk, luas permukaan, dan permeabilitas gas dan uap air. Permeabilitas uap air dan gas mempengaruhi distribusi jumlah gas dan uap air dalam menjaga produk menjadi lebih tahan lama. Jenis kemasan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari plastik *low density polyethylene* (LDPE), plastik *polypropylene* (PP) dan *retort pouch*.

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini, ditentukan melalui *Accelerated Storage Shelf-Life* (ASLT) dengan pendekatan kadar air kritis, dimana perubahan konsentrasi uap air menjadi parameter pengukuran dengan menyimpan sampel pada kondisi penyimpanan yang diatur diluar kondisi normal sehingga lebih cepat mengalami deteriorasi dan masa kadaluarsa dapat ditentukan. Dengan mengetahui pola sorpsi air, menentukan kurva ISA dan menganalisis karakteristik ISAny menggunakan model Henderson, maka dapat ditentukan masa kadaluarsanya menggunakan asumsi bahwa perubahan

kadar air produk pangan mempengaruhi mutu produk pangan. Berdasarkan laju perubahan kadar air, masa kadaluarsa dapat ditentukan menggunakan pendekatan kadar air kritis, oleh Labuza (1982).

METODE PENELITIAN

Bahan Penelitian

Pembuatan sampel penelitian menggunakan bahan ubi kayu putih segar yang dibeli dari *Super Market* Tiara Dewata, Denpasar, dengan alat-alat seperti *pressure cooker*, *freezer* dan oven. Penentuan kurva ISA menggunakan bahan yang terdiri dari 10 jenis garam jenuh jenis *pro analyze* (PA) merk Merch yaitu NaOH, MgCl₂, K₂CO₃, KI, NaCl, KCl, BaCl₂, (NH₄)H₂PO₄, K₂SO₄ dan K₂Cr₂O₇ dengan alat-alat seperti *chamber* dan inkubator. Sedangkan untuk pendugaan masa kadaluarsa menggunakan bahan-bahan penelitian yang terdiri dari kemasan LDPE ketebalan 0.03 mm, PP ketebalan 0.03 mm, dan *retort pouch*.

Metode Penelitian

Penelitian ini dirancang untuk mendapatkan karakteristik ISA ubi kayu instan menggunakan model Henderson dan menduga masa kadaluarsanya secara ASLT. Pendekatan kadar air kritis dipilih sebagai metode dalam penelitian ini. Metode ini memiliki tahapan untuk menganalisis karakteristik ISA suatu bahan pangan dengan menyimpan sampel pada kondisi yang dikondisikan ekstrim. Penyimpanan ini menggambarkan hubungan antara a_w

dengan kadar air ubi kayu instan yang akan dihasilkan oleh kurva ISA. Untuk mendapatkan kurva yang mulus, data dianalisis menggunakan model Henderson. Setelah tahapan ini kemudian dilanjutkan untuk menduga masa kadaluarsa ubi kayu instan menggunakan persamaan oleh Labuza (1982).

Pembuatan sampel dimulai dengan memotong dadu ubi kayu segar dengan ukuran 0,5 cm x 0,5 cm x 0,5 cm yang kemudian dimasak dengan metode pemasakan bertekanan menggunakan *pressure cooker* selama 12 menit, pembekuan pada suhu $-15\pm 2^{\circ}\text{C}$ selama 72 jam dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60°C hingga kadar air 3% (Wrasati, dkk. 2013).

Kurva ISA ditentukan dengan menyimpan sampel sebanyak 5 g dengan tiga kali ulangan pada RH 0-97% yang dihasilkan oleh larutan garam-garam jenuh pada suhu $28\pm 2^{\circ}\text{C}$. Tabel 1 Menunjukkan ERH yang dihasilkan oleh larutan garam jenuh.

Data m_e hasil penyimpanan sampel diplot dengan m_e sebagai ordinat dan a_w sebagai absis sehingga akan terbentuk kurva ISA. Nilai a_w yang digunakan merupakan ERH dibagi dengan 100, seperti pada Persamaan (1) yang dinyatakan oleh Labuza (1980):

$$a_w = \frac{P}{P_o} = \frac{ERH}{100} \quad (1)$$

Dimana:

P = Tekanan uap air bahan (mmHg)

P_o = Tekanan uap air bebas pada suhu tetap/sama (mmHg)

ERH = *Equilibrium Relative Humidity*/
Kesetimbangan Kelembaban
Relatif (%)

Data kadar air kesetimbangan pada berbagai a_w kemudian dianalisis menggunakan model Henderson dapat dilihat pada Persamaan (2).

$$1 - a_w = \exp(K \times m_e \times n) \quad (2)$$

Dimana:

a_w = Aktivitas air

K dan n = Konstanta

m_e = Kadar air (g H_2O /g padatan)

Untuk memudahkan perhitungan Persamaan (2) diubah menjadi bentuk linier menjadi Persamaan (3) (Lamauro, 1984 dalam Rahayu dkk. 2005).

$$\log[\ln(1/(1 - a_w))] = \log K + n \log m_e \quad (3)$$

Dimana:

y = $\log(\ln(1/(1 - a_w)))$

x = $\log m_e$

a = $\log K$

b = n

Tabel 1. *Equilibrium relative humidity* yang dihasilkan oleh berbagai garam jenuh pada suhu $28\pm 2^{\circ}\text{C}$

Jenis garam kimia	Komposisi		ERH yang dihasilkan (%)
	Garam kimia (g)	Aquades (ml)	
NaOH	200	150	6.9
MgCl ₂	240	100	32.4
K ₂ CO ₃	100	100	43.0
KI	130	100	69.0
NaCl	100	100	75.5
KCl	50	100	84.0
BaCl ₂	50	100	90.3
(NH ₄) ₂ PO ₄	50	100	92.7
K ₂ SO ₄	65	100	97.0
K ₂ Cr ₂ O ₇	50	100	97.9

Analisis Pendugaan Masa Kedaluarsa

Pendugaan masa kedaluarsa ubi kayu instan menggunakan kemasan plastik LDPE ketebalan 0.03 mm, PP ketebalan 0.03 mm dan *retort pouch* yang dihitung menggunakan persamaan Labuza (1982) yang dapat dilihat pada Persamaan (4).

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

Dimana:

t = Masa kedaluarsa produk (hari)

m_e = Kadar air kesetimbangan produk (g H₂O/g padatan)

m_i = Kadar air awal produk (g H₂O/g padatan)

m_c = Kadar air kritis produk

k/x = Konstanta permeabilitas uap air kemasan (g/m².hari.mmHg)

A = Luas penampang kemasan (m²)

W_s = Berat kering produk dalam kemasan (g)

P_o = Tekanan uap jenuh (mmHg)

B = Kemiringan kurva ISA/*slope*

Kadar air kesetimbangan (m_e) ubi kayu instan didapatkan dari kadar air model Henderson pada suhu 28°C dengan RH 75%. Kadar air awal (m_i) ubi kayu instan didapatkan dari uji kadar air awal sampel sebelum digunakan yang dinyatakan dalam basis kering. Kadar air kritis (m_c) ubi kayu instan ditentukan dengan menyimpan sampel tanpa kemasan sebanyak 20 g dengan tiga kali ulangan pada suhu 28°C dengan RH 75% yang dinyatakan dalam basis kering. Sampel dianalisis secara visual selama penyimpanan. Dilakukan penimbangan dan pengamatan setiap hari hingga produk mencapai keadaan kritis, dimana parameter kerusakan produk ubi kayu

instan adalah kondisi visual produk seperti memiliki lapisan lilin yang berarti menyerap uap air dari lingkungannya yang ditandai dengan kenaikan berat produk. Kadar air kesetimbangan, kadar air awal produk dan kadar air kritis dihitung menggunakan metode AOAC (Anonim 1984). Permeabilitas uap air kemasan (k/x) didapatkan dari studi literatur. Luas penampang kemasan (A) ubi kayu instan didapatkan dengan mengalikan dimensi kemasan, dimana ukuran kemasan yang digunakan adalah 9 cm x 12 cm. Tekanan uap jenuh (P_o) didapatkan dari studi literatur oleh Tabel Labuza (1982) di suhu 28°C. Berat ubi kayu instan dalam kemasan (W_s) yang digunakan adalah sebanyak 100 g per kemasan. Kemiringan kurva (b) didapatkan dari regresi linier daerah kadar air awal dan kadar air kritis.

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel bebas dan tak bebas. Pada penentuan kurva ISA, variabel bebas terdiri dari suhu (°C) dan aktivitas air (a_w), sedangkan variabel tak bebasnya adalah kadar air kesetimbangan (m_e). Pada pendugaan masa kedaluarsa, variabel bebas terdiri dari kadar air kesetimbangan (m_e), kadar air awal (m_i), kadar air kritis (m_c) sampel, konstanta permeabilitas uap air kemasan (k/x), luas penampang kemasan (A), berat kering sampel (W_s) dalam kemasan, tekanan uap jenuh (P_o) dan *slope* (b) kurva ISA, sedangkan variabel bebasnya adalah masa kedaluarsa (t).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kurva Isotermis Sorpsi Air Ubi Kayu Instan

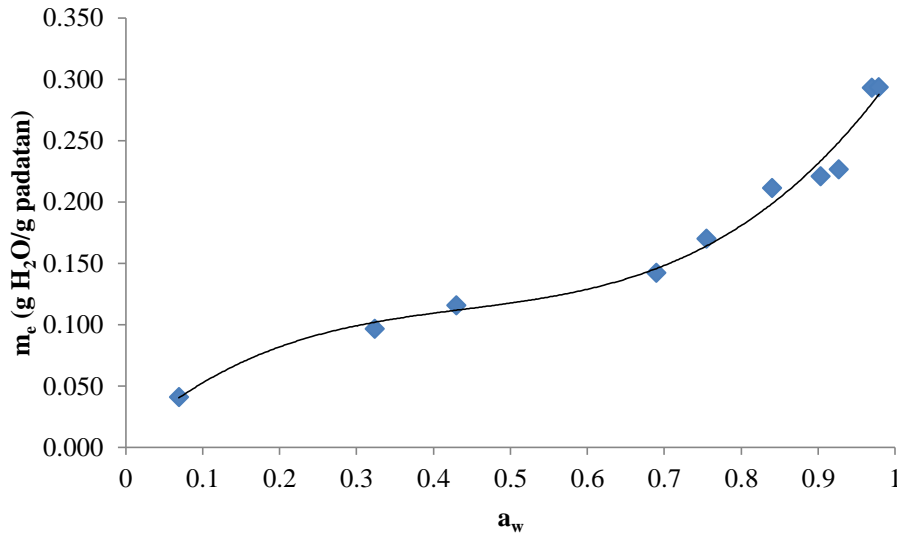
Ubi kayu instan merupakan produk yang bersifat higroskopis, yaitu mampu menyerap uap air dari lingkungannya kedalam bahan. Selama penelitian terjadi penyerapan uap air dari larutan garam kimia kedalam ubi kayu instan hingga keadaan produk konstan. Data hasil penelitian menunjukkan bahwa kurva ISA yang dihasilkan berbentuk sigmoid tipe II, mengikuti pola kurva ISA umum pangan kering. Hubungan kadar air ubi kayu instan dengan a_w dapat dilihat pada Gambar 1.

Pola penyerapan uap air selama penyimpanan yang ditunjukkan oleh Gambar 1 menggambarkan kadar air kesetimbangan yang didapat, mengikuti besarnya a_w pada kondisi penyimpanan, dimana semakin tinggi suatu a_w pada suatu suhu maka semakin tinggi kadar air bahannya. Berdasarkan data kadar air kesetimbangan pada penelitian ini, didapatkan m_e yang semakin tinggi yakni 0.041 g H₂O/g padatan pada a_w terendah 0.069 dan 0.294 g H₂O/g padatan pada a_w tertinggi 0.979.

Pola Kurva ISA ubi kayu instan selama penyimpanan mengikuti pola sigmoid tipe II, yang menggambarkan kemampuan produk dalam menyerap sedikit uap air dipermukaan hingga mencapai selang a_w 0,7-0,8 (Labuza, 1984). Tipe ini adalah tipe khas produk pangan kering, yaitu berbentuk sigmoid. Pola sigmoid yang terbentuk disebabkan oleh efek koligatif, kapiler dan interaksi antar permukaan (Labuza, 1984). Pola

kurva ISA tipe II ini dilaporkan dari beberapa penelitian yang juga mengandung pati, seperti pada tepung galek (Septianingrum, 2008), beras ubi jalar (Widowati dkk. 2010), tepung singkong (Famurewa dkk. 2012), tepung jagung instan (Aini dkk. 2014) dan sereal gandum (Zapata dkk. 2014). Pada tipe ini, terdapat 2 lengkungan yang menggambarkan adanya perubahan fisiko-kimia pengikatan air oleh ubi kayu instan.

Terdapat dua lengkungan pada kurva ubi kayu instan, yakni pada a_w 0.069 dan pada a_w 0.69. Dua lengkungan ini menggambarkan adanya perubahan sifat fisiko-kimia. Terjadi patahan yang cukup curam pada a_w tertinggi, 0.97 dari a_w sebelumnya, di 0.92, hal ini disebabkan oleh tingginya adsorpsi yang terjadi pada bahan selama penyimpanan. Pada kondisi a_w yang tinggi, kondisi kesetimbangan sulit didapatkan. Begitu pula yang terjadi pada penelitian oleh Wariyah dan Supriyadi (2010), dimana lengkungan pertama yang terjadi pada penelitian beras berkalsium yang ditambahkan Ca²⁺ mengalami pergeseran pada lengkungan pertama karena intensitas ionik-dipol semakin meningkat dan a_w semakin rendah, dan pada lengkungan kedua terjadi kenaikan nilai a_w senada dengan lengkungan pertama yang menunjukkan bahwa semakin tinggi a_w monolayer, maka semakin banyak air lapis ganda yang terbentuk dan menyebabkan a_w nya menjadi tinggi.



Gambar 1. Kurva isotermis sorpsi air ubi kayu instan

Karakteristik Isotermis Sorpsi Air Ubi Kayu Instan Menggunakan Model Henderson

Dilakukan plot antara sumbu Y adalah $\log(\ln(1/1-a_w))$ dan sumbu X adalah $\log m_e$ menghasilkan persamaan Henderson untuk ubi kayu instan dalam bentuk linier:

$$\log\left(\ln\left(\frac{1}{1-a_w}\right)\right) = 1.6808 + 2.028 \log m_e$$

Persamaan Henderson untuk ubi kayu instan dalam bentuk linier kemudian dikembalikan ke bentuk persamaan aslinya untuk digunakan memprediksi kadar air kesetimbangan ubi kayu instan pada keseluruhan rentang a_w menjadi:

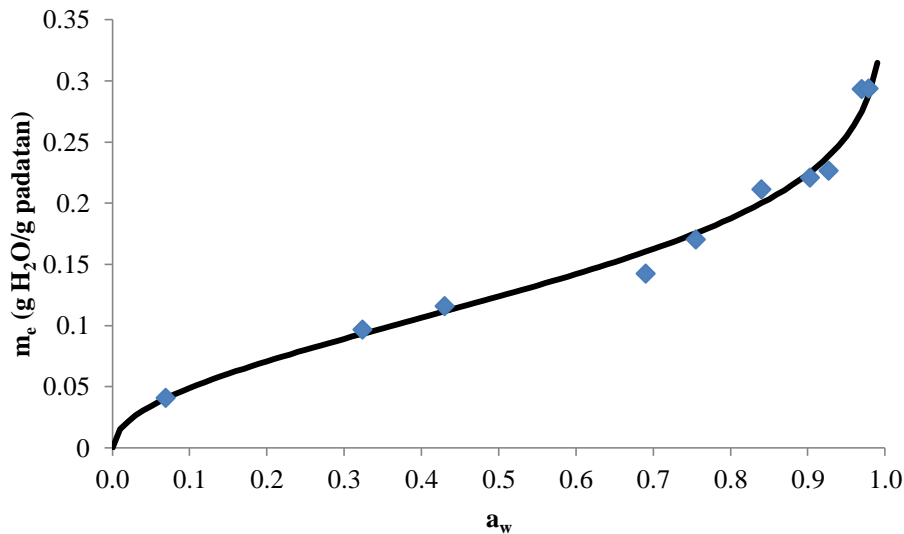
$$1 - a_w = \exp(47.954 \times m_e \times 2.028)$$

Hasil kadar air kesetimbangan percobaan dengan persamaan Henderson dapat dilihat pada Gambar 2.

Model Henderson adalah model yang dapat berlaku pada keseluruhan rentang a_w oleh Henderson, 1970 yang telah banyak digunakan pada banyak penelitian, terutama pada produk pangan berkadar gula tinggi. Hasil uji ketepatan model menggunakan Model Henderson menghasilkan nilai $C=0.0509$, $n=1.08$ dengan $R^2=0.9854$ pada suhu $30\pm 2^\circ\text{C}$ untuk jambu biji kering (Alcantara dkk. 2009) dan $C=0.123$, $n=1.267$ dengan $R^2=0.9990$ pada suhu $25\pm 2^\circ\text{C}$ untuk biji kenari (Togrul dan Arslan, 2007).

Pendugaan Masa Kedaluarsa

Masa kadaluarsa suatu produk pangan dipengaruhi oleh sifat produk, kemasan yang digunakan dan kondisi penyimpanan produk itu sendiri. Untuk menduga masa kadaluarsa suatu produk, perlu diketahui kadar air kesetimbangan produk, kadar air awal produk, kadar air kritis produk, konstanta permeabilitas uap air kemasan, luas penampang, berat



Gambar 2. Kurva isotermis sorpsi air untuk model Henderson

kering produk, tekanan uap jenuh dan kemiringan kurva ISA/slope, sehingga dapat diduga melalui teori difusi (penyerapan gas oleh produk) Labuza (1982) pada persamaan (4) yang nilainya ditabulasikan pada Tabel 2.

Berdasarkan parameter-parameter pendugaan masa kadaluarsa produk, diketahui nilai kadar air kesetimbangan produk, kadar air awal produk, kadar air kritis produk, konstanta permeabilitas uap air kemasan, luas penampang, berat kering produk, tekanan uap jenuh dan kemiringan kurva ISA/slope dan kemudian dimasukkan ke dalam persamaan (4).

Diketahui:

Kadar air kesetimbangan produk (m_e)

= 0.174 g H₂O/g padatan

Kadar air awal produk (m_i)

= 0.023 g H₂O/g padatan

Kadar air kritis produk (m_c)

= 0.161 g H₂O/g padatan

Permeabilitas uap air kemasan (k/x)

= LDPE 0.03 mm: 0.675g/m².hari.mmHg

PP 0.03 mm : 0.795 g/m².hari.mmHg

Retort pouch :0.02 g/m².hari.mmHg

Luas penampang kemasan (A)

= 216 cm² = 0.022 m²

Berat kering produk (W_s) = 100 g

Tekanan uap jenuh (P_o) = 28.349 mmHg

Kemiringan kurva ISA/slope (b)

= 0.1806

Maka:

a. *Low density polyethylene* (LDPE)

$$t = \frac{\ln\left(\frac{0.174 - 0.023}{0.174 - 0.161}\right)}{0.675 \times \left(\frac{0.022}{100}\right) \times \left(\frac{28.349}{0.1806}\right)}$$

$$t = 103 \text{ hari}$$

b. *Polypropylene* (PP)

$$t = \frac{\ln\left(\frac{0.174 - 0.023}{0.174 - 0.161}\right)}{0.795 \times \left(\frac{0.022}{100}\right) \times \left(\frac{28.349}{0.1806}\right)}$$

$$t = 88 \text{ hari}$$

Tabel 2. Parameter-parameter pendugaan masa kadaluarsa metode Labuza

Parameter	Nilai	Keterangan
Kadar air kesetimbangan ubi kayu instan (m_e)	0.174 g H ₂ O/g padatan	Diperoleh dari kadar air kesetimbangan model Henderson pada RH 75%.
Kadar air awal ubi kayu instan (m_i)	0.023 g H ₂ O/g padatan	Diperoleh menggunakan metode AOAC.
Kadar air kritis ubi kayu instan (m_c)	0.161 g H ₂ O/g padatan	Kadar air kritis adalah kadar air saat terjadi kerusakan ubi kayu instan. Pada penelitian ini, kerusakan terjadi di hari penyimpanan ke-15, dimana mengalami lapisan lilin (menyerap air).
Konstanta permeabilitas kemasan (k/x)	a. LDPE 0.03 mm= 0.675 (gH ₂)/hari/m ² .mmHg b. PP 0.03 mm= 0.795 (gH ₂)/hari/m ² .mmHg c. Retort pouch = 0.02 (gH ₂)/hari/m ² .mmHg	a, b: Anandito, dkk. 2010 c: Wijaya, dkk. 2014
Luas penampang kemasan (A)	(9 cm x 12 cm) 2 = 216 cm ² = 0.022 m ²	
Berat ubi kayu instan dalam kemasan (W_s)	100 g	
Tekanan uap jenuh (P_o)	28.349 mmHg	Tabel tekanan uap jenuh oleh Labuza (1982) di suhu 28°C (Lampiran 3).
Kemiringan kurva/slope (b)	0.1806	Slope didapatkan dari regresi linier daerah kadar air awal dan kadar air kritis (Model Henderson dan percobaan)

c. *Retort pouch*

$$t = \frac{\ln \left(\frac{0.174 - 0.023}{0.174 - 0.161} \right)}{0.02 \times \left(\frac{0.022}{100} \right) \times \left(\frac{28.349}{0.1806} \right)}$$

$$t = 3502 \text{ hari}$$

Hasil perhitungan masa kadaluarsa ubi kayu instan pada suhu 28°C pada RH 75% menggunakan kemasan LDPE ketebalan 0.03 mm adalah selama 103 hari, kemasan PP ketebalan 0.03 mm selama 88 hari dan kemasan *retort pouch* selama 3502 hari. Kusnandar (2006) memiliki teori bahwa masa kadaluarsa suatu produk pangan akan lebih panjang dengan penggunaan luas kemasan yang

besar karena dengan teori masuknya uap air ke dalam kemasan akan tersebar lebih luas di dalam kemasan yang memperlambat keadaan produk mencapai kondisi kritisnya.

KESIMPULAN

Kurva isothermis sorpsi air (ISA) ubi kayu instan berbentuk sigmoid, mengikuti tipe II kurva ISA pangan kering pada umumnya. Kurva ISA hasil percobaan mendekati prediksi model Henderson pada hampir keseluruhan rentang a_w . Masa kadaluarsa ubi kayu instan pada suhu penyimpanan sebesar

28°C dan RH sebesar 75% dengan luas penampang sebesar sebesar 216 cm untuk kemasan LDPE adalah selama 103 hari, kemasan PP selama 88 hari dan kemasan *retort pouch* selama 3502 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, N., Prihananto, V., Wijonarko, G. 2014. Karakteristik Kurva Isotherm Sorpsi Air Tepung Jagung Instan. *Agritech*, Vol. 34, No.1, Februari 2014.
- Ajisehiri, E.S.A., Chukwu, O., Sopade, P.S., 2007. Moisture-Sorption Study of Locally-Parboiled Rice. *AU J.T.* 11(2):86-90
- Alcântara, S., Almeida, F., Silfa, F., Gomes, J., Adsorption Isotherms of the Dry Cashew Apple. *Rev Bras Eng Agríc Ambient.* 2009 Jan-Feb. 13 (1): 81-87.
- Anonim^h. 1984. *Method of Analysis*. AOAC. Association of Analytical Chemistry, Washington.
- Anandito, R. B. K., Basito., Handayani, H. T. 2010. Kinetika Penurunan Kadar Vanilin Selama Penyimpanan Polong Panili Kering pada Berbagai Kemasan Plastik. *Agrointek* Vol 4, No. 2 Agustus 2010: 146-150
- Chirife, J., Iglesias, H. 1978. Equations for Fitting Water Sorption Isotherms of Food: A Review. *Int. J. Food Eng.* 77(1):194-199
- Famurewa, J. A. V., Oluwamukomi, M. O., Alaba, J. O., 2012. Storage Stability of Pupuru Flour (A Cassava Product) at Room Temperature. *British Journal of Applied Science & Technology.* 2(2): 138-145.
- Kusnandar, F. 2006. Disain Percobaan dalam Penetapan Umur Simpan Produk Pangan dengan Metode ASLT (Model Arrhenius dan Kadar Air Kritis). Modul Pelatihan: Pendugaan dan Pengendalian Umur Simpan Bahan dan Produk Pangan. 7-8 Agustus 2006, Bogor.
- Labuza, T.P. 1968. Sorption Phenomena in Foods. *Journal of Food Technol.* 22:263-272
- Labuza, T. P. 1980. Enthalpy Entropy Compensation on Food Reaction. *Journal Food Technol.* 34(2):67
- Labuza, T. P. 1982. Shelf Life Dating of Foods. Food and Nutrition Press., Inc., Westport, Connecticut
- Labuza, T. P. 1984. Application of Chemical Kinetics to Deterioration of Food. *Journal of Chem. Edu.* 61:348-358.
- Lamauro, R. M. 1984. Diffusion of Water in Food During Storage. Thesis. University of Minnesota. USA.
- Rahayu, W.P., Arpah, M., Diah, E. 2005. Penentuan Waktu Kadaluarsa dan Model Sorpsi Lembab Biji dan Bubuk Lada Hitam. *Jurnal., Teknol dan Industri Pangan.*
- Septianingrum, E., 2008. Perkiraan Umur Simpan Tepung Gaplek yang Dikemas dalam Berbagai Kemasan Plastik Berdasarkan Kurva Isotherm Sorpsi Lembab. Skripsi. Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret.
- Syrief, R., Halid, H. 1993. *Teknologi Penyimpanan Pangan*. Arcan. Jakarta

- Togrul, H., Arslan, N. Moisture Sorption Isotherms and Thermodynamic Properties of Walnut Kernels. 2007. J Stored Prod Res. July-Sept: 43 (3): 252-264.
- Walpole, R. E. 1995. Pengantar Statistika. Edisi ke 3. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Wariyah, C., Supriyadi. 2010. Isoterm Sorpsi Lembab Beras Berkalsium. Agritech, Vol. 30, No. 4, November 2010.
- Widowati, S., Herawati, H., Syarief, R., Suyatma, N. E., Prasetya, H. A., 2010. Pengaruh Isoterm Sorpsi Air Terhadap Stabilitas Beras Ubi. J. Teknol. Dan Industri Pangan. XXI (2): 123-128.
- Wijaya, I, M, A, S., Suter, I, K., Yusa, N, M. 2014. Karakteristik Isotermis Sorpsi Air dan Umur Simpan *Ledok* Instan. Agritech, Vol.34, No.1, Februari 2014.
- Wrsiati, L.P., Wijaya, A.S., Suter, K., 2013. Aplikasi Teknik Pemasakan Bertekanan (Pressure Cooker) dan Pembekuan sebagai Upaya Meningkatkan Mutu dan Memperpanjang Umur Simpan *Ledok* Instan. Penelitian Hibah Bersaing. Universitas Udayana
- Zapata M, J, E., Quintero C, O, A., Porras B, L, D. 2014. Sorption Isotherms for Oat Flakes (*Avena sativa* L). Agron. Colomb. 32(1): 52-58