

PENENTUAN UMUR SIMPAN TORTILLA DENGAN METODE AKSELERASI BERDASARKAN KADAR AIR KRITIS SERTA PEMODELAN KETEPATAN SORPSI ISOTHERMINYA

[Shelf Life Study of Tortilla Using Accelerated Shelf Life Testing (ASLT) Method and its Mathematical Modeling of Moisture Sorption Isotherms]

Slamet Budijanto*, Azis Boing Sitanggang dan Yuni Dwi Kartika

Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor

Diterima 06 April 2010 / Disetujui 10 Desember 2010

ABSTRACT

Accelerated shelf life testing (ASLT) method was used to determine the shelf life of tortilla chips based on critical moisture content approach. Crispiness was found to be the critical parameter in tortilla chips deterioration. The curve of moisture sorption isotherm was resulted by plotting water activity values (a_w) and equilibrium moisture contents (M_e) using eight salts with RH values at range of 11.3-90.3%. There were five models of sorption isotherm tested, namely Hasley, Chen-Clayton, Henderson, Caurie, dan Oswin model. Conclusively, Oswin model was the suitable one to depict the sorptions isotherm phenomenon in tortilla chips with MRD value of 2.33. By gathering all variables to be used in Labuza's equation, the shelf life of tortilla chips at 38°C and 70% of RH was about 56 days.

Keywords : Shelf Life, Tortilla, Accelerated Shelf Life Testing (ASLT), Labuza, Sorption, Isotherms

PENDAHULUAN

Tortilla adalah jenis makanan ringan yang sangat populer dan merupakan salah satu jenis makanan ringan yang berkembang pesat pada industri yang berbasis biji-bijian (*grain-based industry*) (Don, 1991). Informasi seputar keamanan produk ini sangat diperlukan demi perlindungan konsumennya. Salah satu upaya untuk memenuhi persyaratan mutu dalam rangka melindungi konsumen adalah dengan memberikan informasi mengenai umur simpan produk tersebut. Umur simpan juga merupakan parameter yang penting untuk mengetahui ketahanan produk selama proses penyimpanan dan merupakan bagian dari konsep pemasaran produk, serta berkaitan erat dengan jenis kemasan yang digunakan (Kilcast dan Subramaniam, 2000).

Tortilla merupakan produk pangan yang memiliki kadar air yang rendah (3-5%). Kerusakan bahan pangan dengan kadar air rendah seringkali terkait dengan perubahan tekstur ataupun stabilitas proses oksidasi (Eskin dan Robinson, 2001). Oleh karena itu, pendugaan umur simpan tortilla pada penelitian ini dilakukan dengan pendekatan kadar air kritis metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT).

Kurva isotherm sorpsi air dapat menunjukkan ketergantungan aktivitas air produk pangan (a_w) kadar air kesetimbangan pada suhu dan tekanan tertentu (Chirife *et al.*, 1983). Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kurva sorpsi isotherm adalah komposisi bahan pangan, struktur fisik (*amorphous*, struktur Kristal) maupun temperatur (Wang dan Brennan, 1991). Selain mengindikasikan nilai a_w dalam komposisinya, kurva ini juga memiliki hubungan yang erat dengan kestabilan bahan pangan pada berbagai kondisi penyimpanan dan kebutuhan proses

pengemasan produk pangan untuk menjaga kestabilan umur simpan (Labuza dan Contreras-Medellin, 1981). Sama halnya dengan Vega-Galvez *et al.* (2009) yang melakukan pemodelan isotherm sorpsi air dari *blueberry*, penelitian ini juga menggunakan lima model untuk menguji ketepatan kurva sorpsi isotherm dari produk tortilla, termasuk di dalamnya model Hasley, Chen-Clayton, Henderson, Caurie, dan Oswin.

Model GAB (Guggenheim-Anderson-deBoer) yang umum digunakan dalam analisis sorpsi isotherm tidak dimasukkan dalam pengujian ketepatan karena model ini biasa digunakan pada produk-produk yang memiliki nilai rentang a_w yang cukup besar (~0.9) (Timmermann *et al.*, 2001) sedangkan untuk produk tortilla kisaran a_w nya diprediksi tidak terlalu tinggi karena kadar air yang cukup rendah. Selain itu, kelima model yang telah disebutkan di atas berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu mampu menggambarkan kurva isotherm sorpsi air pada produk-produk kering (*dried foods*) (Chirife dan Iglesias, 1978; Isse *et al.*, 1983; Van den Berg dan Bruin, 1981).

Penelitian ini bertujuan untuk menduga umur simpan dari produk tortilla dengan metode ASLT. Pendekatan yang dilakukan adalah kadar air kritis. Pemodelan dari kurva isotherm sorpsi air tortilla akan memberikan nilai kemiringan (b) yang diperlukan dalam pendugaan umur simpan dengan persamaan Labuza (Labuza, 1982) (persamaan 1).

METODOLOGI

Bahan dan alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari tiga bagian, yaitu (i) bahan sampel yang merupakan produk tortilla, (ii) bahan pengemas untuk analisis pendugaan umur simpan tortilla dengan metode ASLT yang berupa kemasan jenis OPP/VMPET/LLDPE, serta (iii) bahan kimia yang

*Korespondensi Penulis: 0811116912
E-mail: slametbu@ipb.ac.id

digunakan untuk pembuatan larutan garam jenuh yang terdiri dari: akuades, LiCl, CH₃COOK, MgCl₂, K₂CO₃, MgNO₃, NaNO₂, NaCl, dan BaCl₂.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah oven, oven vakum, a_w-meter, neraca analitik, neraca teknis, hot plate, thermohigrometer, desikator, sealer, cawan porselen, cawan aluminium, glass chamber, magnetic stirrer, dan peralatan gelas lainnya.

Penentuan faktor mutu kritis

Penentuan penolakan produk oleh panelis dilakukan ketika telah tercapai mutu kritis. Pengujian sensorik yang dilakukan sesuai dengan prosedur sebelumnya pada penentuan mutu kritis. Setelah respon penolakan didapatkan dari hasil uji organoleptik, makan kadar air kritis dapat ditentukan dengan metode oven (AOAC, 1995) dan dinyatakan dalam bobot kering (% bk).

Menurut Hariyadi (2006), faktor mutu kritis adalah faktor yang menyebabkan kerusakan atau penurunan mutu yang paling cepat. Penentuan faktor mutu kritis dari tortilla dilakukan dengan mengemasnya ke dalam OPP/VMPET/LLDPE 25 yang berukuran (280 x 160) mm² yang disimpan di dalam climate chamber dengan suhu sebesar 45°C dan RH 60%. Penyimpanan pada suhu dan nilai RH yang tinggi bertujuan mengetahui faktor mutu yang dominan yang mengalami percepatan penurunan, apakah ketengikan sebagai fungsi suhu tinggi (50°C) atau pelunakan tekstur yang disebabkan oleh penyimpanan pada RH tinggi (60 %).

Teknik pengambilan sampel dilakukan seminggu sekali bersamaan dengan analisis organoleptik. Penilaian organoleptik yang dilakukan meliputi penilaian terhadap aroma sampel, penilaian terhadap tekstur sampel, penilaian terhadap rasa sampel, dan penilaian terhadap aftertaste sampel. Pengujian menggunakan 5-15 orang panelis terlatih dengan skor penilaian antara skala 1-7 serta skor penolakan ≤ 3. Data penolakan oleh panelis ini yang kemudian dipakai sebagai acuan pada metode ASLT untuk penentuan umur simpan tortilla

Penentuan kadar air awal (M_o)

Kadar air awal tortilla dianalisis dengan metode oven (AOAC, 1995). Kadar air awal tortilla dinyatakan dalam bobot kering (% bk). Hasil analisis kadar air awal akan digunakan sebagai faktor koreksi dalam penentuan berat solid (W_s) yang diperlukan dalam perhitungan umur simpan dengan persamaan Labuza (Labuza, 1982)

Penentuan kadar air kritis (M_c)

Kadar air kritis (M_c) adalah kadar air yang menunjukkan bahwa secara organoleptik produk sudah tidak dapat diterima oleh konsumen (Syarif dan Halid, 1993). Penentuan kadar air kritis tortilla dilakukan dengan menyimpan produk di dalam chamber yang memiliki kelembaban tinggi (Labuza et al.,1985) dan melakukan pengujian organoleptik pada produk yang disimpan secara periodik

Persiapan analisis kadar air kritis tortilla dilakukan dengan mengemasnya ke dalam kemasan OPP 20/VMPET/LLDPE 25 dengan luas sebesar (280 x 160) mm² dengan berat sampel per kemasan sebesar 18 g.

Kondisi penyimpanan dilakukan pada nilai RH dan suhu tinggi. Kelembaban yang tinggi diatur pada climate chamber dengan RH 60 % pada suhu 45°C.

Penentuan kurva isoterm sorpsi air

Dalam penentuan kurva isoterm sorpsi air digunakan 8 jenis larutan garam jenuh yang mewakili berbagai nilai RH yang ditempatkan dalam sorption container. Garam yang digunakan beserta nilai RH-nya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Garam-garam beserta nilai ERH-nya pada Suhu 25°C yang digunakan dalam penentuan kurva isoterm sorpsi air tortilla

No.	Larutan Garam	ERH (%)
1	LiCl	11,3
2	CH ₃ COOK	22,5
3	MgCl ₂	32,8
4	K ₂ CO ₃	43,2
5	Mg(NO ₃) ₂	52,9
6	NaNO ₂	65,4
7	NaCl	75,3
8	BaCl ₂	90,3

Sumber: Labuza et al., (1985)

Sebanyak ± 5 g sampel tortilla diletakkan pada cawan kosong yang telah diketahui bobotnya. Cawan yang berisi sampel tersebut lalu diletakkan dalam sorption container pada suhu 25°C. Sampel dan cawan tersebut kemudian ditimbang bobotnya secara periodik sampai diperoleh bobot yang konstan yang berarti kadar air kesetimbangan (M_e) telah tercapai. Debnath et al., (2002), menyatakan bahwa bobot konstan adalah apabila perubahan bobot lebih kecil dari 0,005 g pada 3 kali penimbangan berturut-turut. Setelah diperoleh bobot sampel yang konstan lalu diukur kadar airnya dengan menggunakan metode oven (AOAC, 1995). Hasil analisis kadar air sampel pada berbagai nilai RH snack dinyatakan dalam bobot kering. Berdasarkan nilai kadar air sampel pada berbagai nilai RH (M_e) dan kelembaban relatif (RH) maka kemudian dibuat kurva isoterm sorpsi airnya.

Perhitungan umur simpan

Persamaan yang digunakan untuk menghitung umur simpan tortilla adalah sebagai berikut (Labuza, 1982):

$$t = \frac{\ln \frac{(M_e - M_o)}{(M_e - M_c)}}{\frac{k}{x} \left(\frac{A}{W_s} \right) \frac{P_o}{b}} \dots\dots\dots(1)$$

- Dimana:
- t = waktu untuk mencapai kadar air kritis atau umur simpan (hari)
- M_e = kadar air kesetimbangan pada suhu dan RH tertentu (%)
- M_o = kadar air awal produk di awal penyimpanan (%)
- M_c = kadar air kritis pada suhu tertentu (%)
- k/x = WVTR/P_o =permeabilitas kemasan (g/m²/hari/mmHg). WVTR adalah water vapor transmission rate (g/m²/hari) pada suhu dan RH tertentu (%)
- A = luas kemasan yang dihitung berdasarkan dimensi kemasan yang digunakan (m²)
- W_s = bobot solid produk awal (g)
- P_o = tekanan uap air murni (mmHg)
- b = kemiringan kurva isoterm sorpsi air

Ada lima model isoterm sorpsi air yang diuji kecocokannya dengan kurva isoterm sorpsi air yang didapatkan dari percobaan, yaitu model Hasley, Chen-Clayton, Henderson, Caurie, dan Oswin.

Uji organoleptik perbandingan jamak

Pada uji perbandingan jamak atau majemuk, contoh yang diperbandingkan lebih dari satu macam (Soekarto, 1985). Dua atau lebih contoh disajikan secara bersamaan untuk kemudian diperbandingkan dengan contoh baku. Pada uji perbandingan jamak jumlah panelis yang dipergunakan adalah 5-15 orang panelis terlatih dan 15-20 orang untuk panelis agak terlatih. Hasil penilaian dari panelis terhadap produk dikonversikan dalam bentuk skor.

Uji ketepatan model

Untuk menguji ketepatan suatu persamaan isoterm sorpsi air digunakan *Mean Relative Determination* (MRD) dengan persamaan sebagai berikut (Isse *et al.*, 1983):

$$MRD = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{m_i - m_{pi}}{m_i} \right| \dots\dots\dots(2)$$

dimana:

Mi = Kadar air hasil percobaan

Mpi = Kadar air hasil perhitungan

n = Jumlah data

1. MRD < 5 : model tepat
2. 5 < MRD < 10 : model agak tepat
3. MRD > 10 : model tidak tepat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar air awal (M_o) dan Kadar air kritis (M_c)

Pengukuran M_i dan M_c tortilla dianalisis dengan menggunakan metode oven (AOAC, 1995) dan dinyatakan dalam persen bobot kering (% bk). Hasil perhitungannya adalah 2,48 % (± 0,09) dan 6,68 % (± 0,10) berturut-turut untuk nilai M_o dan M_c dengan RH penyimpanan 60% dengan parameter mutu perhitungan M_c adalah atribut sensori berupa aroma, rasa, tekstur dan *aftertaste*. Penelitian sejenis dengan menggunakan sampel biskuit jagung, didapatkan kadar air kritis sebesar 9,35% dengan penyimpanan produk dalam RH 0,69 (menggunakan larutan garam KI) (Lopulalan, 2008).

Perubahan yang terjadi adalah berupa pertumbuhan kapang pada produk jagung. Terjadinya perbedaan nilai M_c pada dua jenis produk yang dihasilkan dari bahan penyusun yang hampir sama (seperti pada kedua produk diatas) dapat disebabkan oleh perbedaan perlakuan pada proses pembuatan produk makanan tersebut (Wang dan Brennan, 1991).

Kadar air kesetimbangan (M_e) dan kurva isoterm sorpsi air pada produk tortilla

Kurva isoterm sorpsi air air, kemiringan kurva (b), dan kadar air kesetimbangan (M_e) sampel tortilla ditentukan dengan cara mengkondisikan sampel dalam beberapa larutan garam jenuh yang memberikan nilai RH yang berbeda.

Garam yang digunakan terdiri atas 8 jenis garam yaitu LiCl, CH₃COOK, MgCl₂, K₂CO₃, Mg(NO₃)₂, NaNO₂, NaCl, dan BaCl₂

dengan kisaran nilai RH antara 11,3 % sampai 90,3 %. Selama penyimpanan sampel dalam larutan-larutan garam jenuh, sampel yang disimpan pada RH rendah akan mengalami penurunan bobot, sedangkan pada RH tinggi akan mengalami penambahan bobot. Adanya penambahan dan pengurangan bobot sampel menunjukkan fenomena karakteristik hidratisasi.

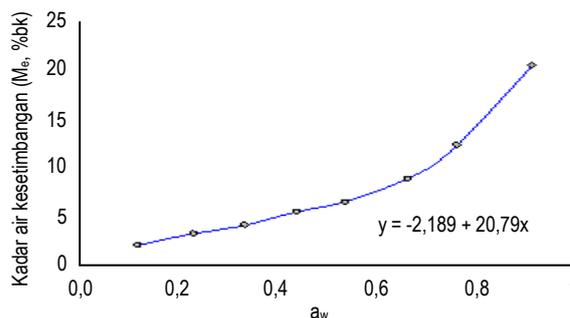
Menurut Syarief dan Halid (1993), karakteristik hidratisasi bahan pangan dapat diartikan sebagai karakteristik fisik yang meliputi interaksi antara bahan pangan dengan molekul air di udara sekitarnya. Interaksi molekul air dengan sampel ini terjadi sebagai akibat dari perbedaan RH sampel dengan lingkungan. Transfer uap air dari lingkungan ke sampel atau sebaliknya akan terjadi selama penyimpanan tertentu sampai tercapai kondisi kesetimbangan.

Tercapainya kondisi kesetimbangan ini ditandai dengan hasil dari penimbangan yang konstan. Hasil perhitungan kadar air kesetimbangan (M_e) tortilla setelah dilakukan penyimpanan pada beberapa larutan garam jenuh dengan suhu penyimpanan 25°C dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kadar air kesetimbangan (M_e) tortilla pada beberapa RH penyimpanan

No	ERH (%)	M _e (% bk)
1	11,3	2,24
2	22,5	3,43
3	32,8	4,28
4	43,2	5,65
5	52,9	6,66
6	65,4	9,04
7	75,3	12,46
8	90,3	20,58

Kadar air kesetimbangan ini selanjutnya diplotkan dengan nilai kelembaban relatif atau aktivitas airnya (a_w) dan membentuk suatu kurva yang oleh Labuza (1968) disebut sebagai kurva isoterm sorpsi air. Kurva isoterm sorpsi air sampel tortilla hasil percobaan pada suhu 25°C disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kurva isoterm sorpsi air tortilla hasil percobaan

Syarief dan Halid (1993) menjelaskan bahwa bentuk kurva isoterm sorpsi air adalah khas bagi setiap produk makanan. Akan tetapi pada umumnya berbentuk sigmoid (menyerupai huruf S). Bentuk sigmoid ini disebabkan karena pada umumnya bahan makanan terdiri dari campuran beberapa komponen. Berdasarkan Gambar 2, dapat dilihat bahwa kurva isoterm sorpsi air sampel tortilla memiliki bentuk yang sigmoid. Berdasarkan

kurva isoterm sorpsi air pada Gambar 2, dapat diketahui pula bahwa persamaan garis dari kurva isoterm sorpsi air tersebut adalah $y = -2,189 + 20,79x$ dan nilai R^2 yaitu 0,866. Hal ini sesuai dengan hasil yang dilaporkan oleh Labuza *et al.* (1985) dimana untuk pangan yang memiliki kadar air rendah umumnya memiliki kecenderungan kurva isoterm sorpsi air yang berbentuk sigmoid. Akan tetapi kemiringan kurva isoterm sorpsi air yang sigmoid ini dapat berbeda-beda karena dipengaruhi oleh sifat alami bahan pangan, suhu, kecepatan adsorpsi dan desorpsi yang terjadi selama penyimpanan (Fennema, 1985).

Model isoterm sorpsi air

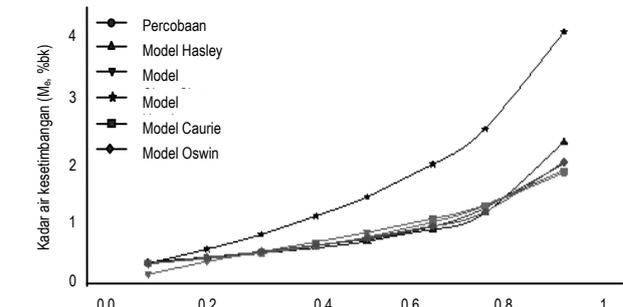
Banyak model-model persamaan matematis yang telah dikembangkan untuk menjelaskan fenomena isoterm sorpsi air secara teoritis (Chirife dan Iglesias, 1978; Van den Berg dan Bruin, 1981). Namun dalam penelitian ini hanya akan dipilih 5 model persamaan matematis, yaitu model Hasley, Chen-Clayton, Henderson, Caurie, dan Oswin.

Guna memperoleh perhitungan maka model-model persamaan matematis yang digunakan dimodifikasi bentuknya dari persamaan non-linear menjadi persamaan linear sehingga dapat ditentukan nilai-nilai tetapannya dengan menggunakan metode kuadrat terkecil. Metode kuadrat terkecil ini menurut Walpole (1990) dapat memilih suatu regresi terbaik di antara semua kemungkinan garis lurus yang dapat dibuat pada suatu diagram pencar. Modifikasi model-model isoterm sorpsi air dari persamaan non-linear menjadi persamaan linear dapat dilihat pada Tabel 3.

Kadar air kesetimbangan tortilla kemudian dihitung dengan menggunakan persamaan-persamaan model-model kurva isoterm sorpsi air dan hasil perhitungannya disajikan pada Tabel 4. Selain itu kurva isoterm sorpsi air dari masing-masing model persamaan juga dibandingkan dengan kurva isoterm sorpsi air hasil percobaan yang dapat dilihat pada Gambar 3.

Kurva isoterm sorpsi air percobaan yang makin berhimpit dengan kurva isoterm sorpsi air dari model-model persamaan yang digunakan menggambarkan fenomena isoterm sorpsi air yang makin baik pula. Kurva isoterm sorpsi air yang paling baik atau dengan kata lain berhimpit pada produk tortilla ini adalah

kurva isoterm sorpsi air yang menggunakan model persamaan Oswin, seperti terlihat pada Gambar 3. Ketepatan model isoterm sorpsi air dilanjutkan dengan perhitungan menggunakan MRD (*Mean Relative Determination*).



Gambar 3. Ketepatan hasil perhitungan M_e kelima model isoterm sorpsi air dengan hasil percobaan

Ketepatan model

Perbandingan kurva isoterm sorpsi air hasil percobaan dengan model-model isoterm sorpsi air yang dipilih memperlihatkan bahwa beberapa model isoterm sorpsi air dapat menggambarkan keseluruhan kurva isoterm sorpsi air hasil percobaan dengan tepat, agak tepat, dan kurang tepat. Lebih lanjut hal ini diperkuat dengan hasil perhitungan nilai *Mean Relative Determination* (MRD) yang merupakan ukuran ketepatan antara kadar air kesetimbangan hasil perhitungan dengan kadar air kesetimbangan percobaan. Berikut ini disajikan hasil uji ketepatan model persamaan tortilla pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil perhitungan nilai MRD model dari beberapa persamaan isoterm sorpsi air tortilla

Model Persamaan	MRD
Hasley	8,26
Chen-Clayton	21,42
Henderson	86,56
Caurie	5,68
Oswin	2,33

Tabel 3. Persamaan kurva isoterm sorpsi air *tortilla* dengan berbagai model

Model	Persamaan	Linearisasi Persamaan	Persamaan akhir
Hasley	$a_w = \exp\left[\frac{-P(1)}{M_e^{P(2)}}\right]$	$\log\left[\ln\left(\frac{1}{a_w}\right)\right] = \log P(1) - P(2)\log M_e$	$\log\left[\ln\left(\frac{1}{a_w}\right)\right] = 0,896 - 1,362\log M_e$
Chen-Clayton	$a_w = \exp\left[\frac{-P(1)}{\exp\left(\frac{M_e}{K}\right)}\right]$	$\ln\left[\ln\left(\frac{1}{a_w}\right)\right] = \ln P(1) - P(2)M_e$	$\ln\left[\ln\left(\frac{1}{a_w}\right)\right] = 0,821 - 0,160M_e$
Henderson	$1 - a_w = \exp\left[-KM_e^n\right]$	$\log\left[\ln\left(\frac{1}{1 - a_w}\right)\right] = \log K + n\log M_e$	$\log\left[\ln\left(\frac{1}{1 - a_w}\right)\right] = -1,284 + 1,211\log M_e$
Caurie	$\ln M_e = \ln P(1) - P(2)a_w$	$\ln M_e = \ln P(1) - P(2)a_w$	$\ln M_e = 0,566 + 2,645a_w$
Oswin	$M_e = P(1)\left[\frac{a_w}{1 - a_w}\right]^{P(2)}$	$\ln M_e = \ln P(1) + P(2)\ln\left[\frac{a_w}{1 - a_w}\right]$	$\ln M_e = 1,871 + 0,525\ln\left[\frac{a_w}{1 - a_w}\right]$

Tabel 4. Kadar air kesetimbangan (M_e) tortilla dari berbagai model persamaan

a_w	Percobaan	Kadar air kesetimbangan (% bk)				
		Hasley	Chen-Clayton	Henderson	Caurie	Oswin
0,113	2,24	2,57	0,26	2,29	2,34	2,20
0,225	3,43	3,39	2,63	4,90	3,16	3,39
0,328	4,28	4,17	4,45	7,59	4,14	4,44
0,432	5,65	5,13	6,23	10,96	5,47	5,64
0,529	6,66	6,31	7,95	14,45	7,10	6,88
0,654	9,04	8,51	10,48	20,42	9,87	9,12
0,753	12,46	11,48	13,01	26,92	12,80	11,70
0,903	20,58	24,55	19,40	44,67	18,92	20,90

Hasil uji ketepatan model menunjukkan bahwa kurva-kurva isoterm sorpsi air yang dipilih dapat menggambarkan fenomena isoterm sorpsi air dengan tepat ($MRD < 5$), agak tepat ($5 < MRD < 10$), dan tidak tepat ($MRD > 10$). Untuk tujuan perhitungan yang akurat maka model persamaan yang dipilih adalah model persamaan yang memiliki MRD paling kecil. Berdasarkan hasil uji MRD pada Tabel 5 dapat diketahui bahwa model persamaan yang memiliki nilai MRD paling kecil yaitu model persamaan Oswin dengan nilai MRD sebesar 2,33. Karena model persamaan Oswin ini memiliki $MRD < 5$ berarti model persamaan Oswin dapat secara tepat menggambarkan fenomena isoterm sorpsi air tortilla.

Daulima (2010) yang melaporkan pemodelan isoterm sorpsi air pada jagung Titi mendapatkan model yang paling tepat adalah menggunakan model Chen Clayton dengan nilai P (modulus deviasi) sebesar 9,19% dibandingkan dengan model Oswin yang hanya 9,76% pada suhu 35°C. Perbedaan nilai deviasi ini sangat terkait dan dapat diakibatkan oleh suhu penyimpanan. Pada penelitian ini penyimpanan sampel dilakukan pada suhu 25°C. Perbedaan suhu penyimpanan seperti yang dilaporkan oleh Fennema (1985) juga dapat mempengaruhi kemiringan dari kurva isoterm sorpsi air yang berbentuk sigmoid yang pada akhirnya dapat mempengaruhi ketepatan (nilai deviasi) dari model-model yang diujikan.

Umur simpan

Umur simpan ditetapkan berdasarkan waktu pada saat kadar air produk sama dengan kadar air kritis. Berdasarkan persamaan yang diturunkan Labuza tentang umur simpan, terdapat beberapa faktor yang dibutuhkan untuk menentukan umur simpan dengan pendekatan kadar air kritis produk. Faktor-faktor itu adalah kadar air awal produk (M_0), kadar air kesetimbangan (M_e), kadar air kritis produk (M_c), konstanta permeabilitas uap air kemasan (k/x), luas kemasan produk (A), bobot kering produk (W_s), tekanan uap air jenuh (P_0), dan kemiringan kurva isoterm sorpsi air (b).

Jenis kemasan yang digunakan untuk menyimpan tortilla yaitu kemasan OPP 20/VMPET/LLDPE 25 dengan luas kemasan (A) 0,08 m² dan nilai permeabilitas uap air kemasan (k/x) sebesar 0,03 gr/m²mmHg.hari yang diukur pada suhu 38°C. Sampel yang digunakan memiliki bobot kering per kemasan (W_s) sebesar 17,55 g. Kondisi penyimpanan yang digunakan adalah kondisi pada saat distribusi produk dengan suhu sebesar 38°C dan nilai RH sebesar 70%. Kondisi pada saat distribusi dipilih karena diasumsikan kondisi ini merupakan kondisi paling ekstrim selama

penyimpanan produk tortilla. Nilai P_0 sesuai dengan suhu penyimpanan sampel pada suhu 38°C yaitu 49,692 mmHg. Data ini kemudian dimasukkan ke dalam persamaan Labuza (persamaan 1). Hasil perhitungan umur simpan tortilla dengan persamaan Labuza yakni dengan suhu penyimpanan 38°C dan RH penyimpanan sebesar 70% dalam kemasan OPP20/VMPET/LLDPE 25 adalah 56 hari. Hasil ini didapatkan berbeda dengan produk-produk pangan kering lainnya seperti pada bubuk cabe merah atau biskuit jagung.

Perhitungan umur simpan untuk produk bubuk cabe merah yang dikemas dengan *metallized plastic* (permeabilitas uap air sebesar 0.04 gr/m²mmHg.hari), yang memiliki nilai M_0 dan M_c sekitar 8,88% dan 16%, umur simpan yang diperoleh sebesar 70 hari dengan kondisi penyimpanan pada suhu 28°C, RH 80% (Kalsum, 1996). Sedangkan untuk biskuit jagung yang dikemas dengan kemasan *aluminium foil* (permeabilitas uap air sebesar 0.02 gr/m²mmHg.hari), yang memiliki nilai M_0 dan M_c sekitar 3,68% dan 14,69%, umur simpan yang diperoleh sebesar 20,7 bulan (621 hari) dengan kondisi penyimpanan pada suhu 30°C, RH 85% (Lopulalan, 2008). Perbedaan nilai umur simpan yang diperoleh pada beberapa jenis produk ini dapat diakibatkan oleh karakteristik alami bahan pangan, model yang digunakan, nilai suhu, RH, serta nilai permeabilitas kemasan selama penyimpanan (Fennema, 1985; Labuza, 1968).

KESIMPULAN

Faktor mutu kritis tortilla berdasarkan hasil penelitian adalah berkurangnya kerenyahan snack. Uji ketepatan model isoterm sorpsi air diperoleh dengan MRD sebesar 2,33 terhadap persamaan Oswin. Dengan demikian, persamaan Oswin dapat digunakan untuk menjelaskan fenomena isoterm sorpsi air dari produk tortilla. Setelah menggabungkan seluruh variabel perhitungan umur simpan, diperoleh umur simpan dari tortilla yang dikemas dalam kemasan OPP 20/VMPET/LLDPE 25 selama 56 hari dengan kondisi penyimpanan RH 60% dan suhu 38°C.

DAFTAR PUSTAKA

AOAC. 1995. Officials Method of Analysis of The Association of Official Chemists, 14th ed. AOAC, Inc., Arlington, Virginia

- Chirife J, Boquet R, Fontán CF, Iglesias HA. 1983. A new model for describing the water sorption isotherm of foods. *J Food Sci* 48: 1382-1383.
- Chirife J, Iglesias HA. 1978. Equation for fitting water sorption isotherm of foods. Part I – A review. *J Food Tech* 1:319-327.
- Daulima AM. 2010. Penentuan Umur Simpan Jagung Titi Berdasarkan Model Isothermi Sorpsi. Tesis Departemen Teknik Pertanian: IPB. Bogor, Indonesia.
- Debnath S, Hemavathy J, Bhat KK. 2002. Moisture sorption studies on onion powder. *J Food Chem* 78: 479-482.
- Don A. 1991. Reduce the fat but not the taste, *Supermarket Bus*, 42(9): 173-178.
- Eskin NAM and Robinson DS. 2001. Shelf Life Stability: Chemical, Biochemical and Microbiological Changes. CRC Press LLC., Florida, USA.
- Fennema OR. Food Chemistry 2nd ed. Marcell Decker, Inc., New York, USA
- Hariyadi P. 2006. Prinsip-Prinsip Penetapan dan Pendugaan Masa Kadaluarsa Produk Pangan. Southeast Asian Food and Agricultural Science and Technology Center: IPB. Bogor, Indonesia.
- Isse MG, Schuchmann H, Schubert H. 1983. Divided sorption isotherm concept an alternative way to describe sorption isotherm data. *J Food Eng* 16: 147-157.
- Kalsum N. 1996. Mempelajari Hubungan Isoterm sorpsi air dan Penyimpanan Bubuk Cabe Merah (*Capsicum annum* L.). Tesis Departemen Teknik Pertanian: IPB. Bogor, Indonesia.
- Kilcast D, Subramaniam P. 2000. The Stability and Shelf-life of Food. Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC., Cambridge, England.
- Labuza TP. 1968. Sorption phenomena in foods. *J Food Technol.* 22 : 263-272.
- Labuza TP. 1982. Shelf Life Dating of Foods. Food and Nutrition Press. Inc., Westport, Connecticut.
- Labuza TP, Contreras-Medellin R. 1981. Prediction of moisture protection requirements for foods. *Cereal Foods World.* 26:335-339.
- Labuza TP, Kaanane A, Chen JY. 1985. Effect of temperature on the moisture sorption isotherms and water activity shift of two dehydrated foods. *J Food Sci* 50:385-391.
- Lopulalan CGC. 2008. Kajian Formulasi dan Isotermis Sorpsi Air Biskuit Jagung. Tesis Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan: IPB. Bogor, Indonesia.
- Muchtadi TR, Hariyadi P, Basuki A. 1988. Teknologi Pemasakan Ekstruksi. Lembaga Sumber Daya. IPB, Bogor.
- Soekarto TS. 1985. Penilaian Organoleptik untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian. Bharata Karya Aksara, Jakarta.
- Syarief R, Halid H. 1993. Teknologi Penyimpanan Pangan. PAU Rekayasa Proses Pangan, IPB, Bogor.
- Timmermann EO, Chirife J, Iglesias HA. 2001. Water sorption isotherms of foods and foodstuffs: BET and GAB parameters. *J Food Eng* 48, 19-31.
- Van den Berg C, Bruin S. 1981. Water Activity and Its Estimation in Food System. Theoretical Aspects. Academy Press, New York. Dalam Penentuan Umur Simpan Bubuk Zat Warna Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* Linn) (Kurniawan, S). Skripsi. FATETA. IPB. Bogor.
- Vega-Ga'ivez A, Jessica L, Margarita M, Karina DS, Francisco Y, Elsa U. 2009. Mathematical modelling of moisture sorption isotherms and determination of isosteric heat of blueberry variety O'Neil. *Int J Food Sci Technol*, 44, 2033-2041.
- Walpole RE. 1990. Pengantar Statistika. PT Gramedia, Jakarta.
- Wang N, Brennan JG. 1991. Moisture sorption isotherm characteristics of potatoes at four temperatures. *J Food Eng*, 14, 269-287.