

PENDUGAAN UMUR SIMPAN COOKIES NENAS DENGAN METODE AKSELERASI BERDASARKAN PENDEKATAN KADAR AIR KRITIS

(The Estimation Of Shelf Life Of Pineapple Cookies Using Accelerated Method Based On Critical Moisture Content Approach)

Citra Pertiwi^{1,2}, Sentosa Ginting¹, Ridwansyah¹

¹)Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian USU
Jl. Prof A. Sofyan No. 3 Medan Kampus USU Medan

²)e-mail : citrapertiwi75@gmail.com

Diterima tanggal : 2 Juni 2016 / Disetujui tanggal 9 Juni 2016

ABSTRACT

The aim of this research was to determine the effect of type of packaging and storage time on the quality of pineapple cookies and to estimate the shelf life of pineapple cookies that were packaged in Oriented Polypropylene, Polyethylene, and Metalized Plastic. The effect of type of packaging and storage time of the pineapple cookies was using factorial Completely Randomized Design with two factors, i. e: the types of packaging (K) (Oriented Polypropylene (OPP), Polyethylene (PE), Metalized Plastic (MP)) and storage time (L)(7 days, 14 days, 21 days). Each treatment was kept in the room temperature and 15 °C. The analyzed parameter were moisture content, fat content, free fatty acids, and organoleptic value of colour, aromatic, taste and texture. Estimation of shelf liife pineapple cookies was using accelerated method based on critical moisture content approach. The results showed that the type of packaging had highly significant effect on water content, fat content, free fatty acids, organoleptic value (aromatic and texture) in the room temperature and 15 °C . Storage time had highly significant effect on water content, fat content, free fatty acids, organoleptic value (aromatic and texture) in the room temperature and 15 °C. The Interaction between the type of packaging and storage time had significant effect on water content in the room temperature and 15 °C. The shelf life estimation of pineapple cookies in the room temperature was 97 days for OPP, 9 days for PE and 400 days for metalized plastic. The shelf life estimation of pineapple cookies in the 15 °C was 509 days for OPP, 47 days for PE and 2091 days for metalized plastic.

Keywords: pineapple cookies, shelf life, storage time, type of packaging

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis kemasan dan lama penyimpanan terhadap mutu cookies nenas, dan untuk menduga umur simpan dari cookies nenas yang dikemas dalam kemasan Oriented Polypropylene, Polietilen, dan Metalized Plastic. Pengaruh jenis kemasan dan lama penyimpanan terhadap cookies nenas menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 2 faktor yaitu jenis kemasan (K) (Oriented Polypropylene (OPP), Polietilen (PE), Metalized Plastic (MP)) dan lama penyimpanan (L) (7 hari, 14 hari, dan 21 hari). Masing-masing perlakuan disimpan pada suhu ruang dan suhu 15 °C. Parameter yang dianalisa adalah kadar air, kadar lemak, kadar asam lemak bebas, nilai organoleptik warna, aroma, rasa dan tekstur. Pendugaan umur simpan cookies nenas menggunakan metode akselerasi berdasarkan pendekatan kadar air kritis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis kemasan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap kadar air, asam lemak bebas, nilai organoleptik (aroma dan tekstur) pada suhu ruang dan suhu 15 °C. Lama penyimpanan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap kadar air, asam lemak bebas, nilai organoleptik (aroma dan tekstur) pada suhu ruang dan suhu 15 °C. Interaksi antara jenis kemasan dan lama penyimpanan memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap kadar air pada suhu ruang dan suhu 15 °C. Umur simpan cookies nenas yang disimpan pada suhu ruang pada berbagai jenis kemasan yaitu 97 hari untuk kemasan OPP, 9 hari untuk kemasan PE, dan 400 hari untuk kemasan Metalized Plastic. Sedangkan umur simpan cookies nenas yang disimpan pada suhu showcase (15 °C) pada berbagai jenis kemasan yaitu 509 hari untuk kemasan OPP, 47 hari untuk kemasan PE, dan 2091 hari untuk kemasan Metalized Plastic.

Kata kunci : cookies nenas, jenis kemasan, lama penyimpanan, umur simpan

PENDAHULUAN

Cookies merupakan salah satu jenis camilan atau makanan ringan yang banyak disukai oleh sebagian besar masyarakat mulai balita sampai dewasa. Menurut Suarni (2009), konsumsi rata-rata *cookies* di Indonesia adalah 0,40 kg/tahun. Di Indonesia, *cookies* nenas sering juga disebut dengan kue Nastar. *Cookies* nenas merupakan suatu produk yang mudah menyerap air dari udara atau bersifat higroskopis. Adanya transfer uap air pada produk tersebut menyebabkan perubahan yang tidak diinginkan dan memperpendek umur simpan. Salah satu kerusakan yang paling cepat terjadi akibat transfer uap air adalah menurunnya kerenyahan atau tekstur dari *cookies* nenas.

Umur simpan merupakan parameter penting untuk mengetahui ketahanan produk selama penyimpanan (daya awet). Pencantuman waktu kadaluarsa pada label produk sangat bermanfaat bagi konsumen. Dari pencantuman waktu kadaluarsa, konsumen mengetahui informasi tentang batas waktu penggunaan produk tersebut. Produsen dan distributor produk juga memperoleh manfaat dari ketersediaan informasi mengenai umur simpan ini. Bagi produsen dapat membantu dalam pengawasan mutu barang tersebut, sedangkan bagi distributor atau penjual dapat mengatur stok barangnya di pasaran.

Umur simpan suatu produk ditentukan oleh faktor kritis yang paling cepat mengalami kerusakan. *Cookies* nenas merupakan produk pangan yang memiliki kadar air yang rendah. 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 *cookies* nenas pada penelitian ini dilakukan dengan metode akselerasi model Labuza. Metode akselerasi model Labuza merupakan penilaian deskriptif kuantitatif dari produk, bahan pengemas, dan lingkungan (Arpah, 2001). Model Labuza memakai pendekatan sorpsi isothermik. Sorpsi isothermik merupakan hubungan antara kadar air pada saat kesetimbangan dan kelembaban pada suhu tertentu. Bentuk sorpsi isothermik pada umumnya akan menentukan stabilitas

penyimpanan (Supriadi, dkk., 2004). Model Labuza sangat cocok digunakan untuk pendugaan umur simpan produk makanan kering yang akan menghasilkan kurva isothermik berbentuk sigmoid (Nugroho, 2007).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis kemasan dan lama penyimpanan terhadap mutu *cookies* nenas yang disimpan pada suhu ruang dan pada suhu 15 °C serta menduga umur simpan *cookies* nenas pada berbagai jenis kemasan dan suhu penyimpanan berbeda.

BAHAN DAN METODE

Bahan penelitian yang digunakan adalah *cookies* nenas yang diperoleh dari salah satu UKM di kota Medan, kemasan jenis *oriented polypropylene* (OPP), *polyethylene* (PE), dan *metalized plastic*. Bahan-bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah NaOH 0,02 N, H₂SO₄ pekat, NaOH 50%, HCl 0,02 N, heksan, indikator *phenolphthalein*, indikator metil merah, alkohol 95%, NaOH 0,1 N, asam asetat, kloroform, KI jenuh, indikator pati 1%, Na₂S₂O₃ 0,1 N, NaOH, CH₃COOK, MgCl₂.6H₂O, K₂CO₃, KI, NaCl, KCl, dan BaCl₂. Peralatan yang digunakan adalah cawan alumunium, cawan porselen, perangkat pengujian protein, perangkat pengujian lemak, buret, spatula, pipet tetes, mortal, alu, gelas ukur, oven, corong, tanur, *sealer*, *chamber isotherm*, desikator, timbangan analitik, *magnetic stirrer*, *hot plate*, *hygrometer*, dan termometer.

Tahapan Penelitian

Penelitian dilakukan dalam 3 tahap yaitu Tahap pertama analisis mutu awal yang meliputi kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar karbohidrat, asam lemak bebas, dan nilai organoleptik terhadap warna, aroma, rasa, dan tekstur dari *cookies* nenas tersebut. Tahap kedua adalah pengemasan *cookies* nenas dengan 3 jenis bahan kemasan yaitu *Polyethylene*, *Polypropylene*, dan *Metalized plastic*. *Cookies* yang sudah dikemas kemudian disimpan selama waktu tertentu (7 hari, 14 hari, 21 hari). Analisa mutu *cookies* nenas dilakukan terhadap parameter kadar air (AOAC, 1995), kadar abu (SNI 01-3451-1994), kadar protein (AOAC, 1995), kadar lemak (AOAC, 1995), kadar karbohidrat *by difference*, kadar asam lemak bebas (SNI 01-4305-1996), dan penentuan nilai organoleptik (warna, aroma, rasa, dan tekstur).

Penentuan nilai organoleptik meliputi uji hedonik (skala 1= sangat tidak suka, 2=tidak suka, 3= agak tidak suka, 4= suka, 5= sangat suka) (Soekarto, 1985).

Tahap ketiga adalah pendugaan umur simpan *cookies* nenas dengan metode akselerasi berdasarkan pendekatan kadar air kritis (Labuza, 1982). Pendugaan umur simpan *cookies* nenas ini terdiri dari penentuan kadar air awal dan kadar air kritis, penentuan kadar air kesetimbangan, penggunaan model persamaan sorpsi isotermik dan penentuan ketepatan model, dan penentuan variabel pendukung.

Pengujian kadar air awal (M_i) dan kadar air kritis (M_c) *cookies* nenas dianalisis dengan metode oven (AOAC, 1995). Kadar air awal *cookies* nenas dinyatakan dalam bobot kering (g H_2O/g bahan). Kadar air kritis (M_c) adalah kadar air yang menunjukkan bahwa secara organoleptik produk sudah tidak dapat diterima oleh konsumen (Syarif dan Halid, 1993). Tahapan penentuan kadar air kritis *cookies* nenas yaitu *cookies* nenas utuh diletakkan dalam wadah tanpa dikemas dan disimpan di ruang terbuka selama 12 jam dan pengukuran kadar air dan uji organoleptik tekstur/kerenyahan *cookies* nenas pada setiap jam. Uji organoleptik tekstur/kerenyahan yang dilakukan adalah uji hedonik terhadap 30 panelis tidak terlatih. Uji hedonik bertujuan untuk melihat kesukaan panelis terhadap *cookies* nenas yang diukur secara periodik 1 jam sekali selama 12 jam penyimpanan. Kadar air kritis ditetapkan pada skor penilaian 3 yaitu "agak tidak suka" karena pada penilaian agak tidak suka terhadap *cookies* berarti *cookies* sudah ditolak oleh konsumen. Penilaian dilakukan dengan fokus terhadap atribut kerenyahan. Dari hasil uji skor hedonik kerenyahan, diambil rata-rata skor hedonik kerenyahan. Hasil rata-rata nilai organoleptik tekstur dihubungkan dengan hasil logaritmik kadar air, sehingga didapatkan kurva hubungan antara logaritmik kadar air *cookies* nenas dengan nilai organoleptik tekstur selama penyimpanan. Persamaan linier yang diperoleh digunakan untuk mencari nilai kadar air kritis *cookies* nenas dengan memasukkan nilai 3 sebagai nilai x.

Penentuan kadar air kesetimbangan (M_e). Prinsip utama tahapan ini adalah menghasilkan kurva sorpsi isotermik *cookies* nenas. Kurva ini

akan digunakan untuk mengetahui pola penyerapan uap air *cookies* nenas dari lingkungannya. Pertama dilakukan preparasi larutan garam jenuh. Garam - garam yang digunakan yaitu NaOH, CH_3COOK , $MgCl_2 \cdot 6H_2O$, K_2CO_3 , KI, NaCl, KCl, $BaCl_2$. Sejumlah garam ditimbang dan dilarutkan dengan akuades sampai diperoleh larutan jenuh. Larutan garam jenuh dimasukkan ke dalam desikator. *Chamber* kemudian ditutup dan dibiarkan selama 24 jam pada kondisi suhu ruang. Tahapan proses yaitu sebanyak 5 g sampel *cookies* nenas yang telah dihaluskan dan diketahui kadar airnya diletakkan pada cawan yang telah diketahui beratnya. Cawan yang berisi sampel tersebut dimasukkan ke dalam *chamber* yang telah berisi larutan garam jenuh. *Chamber* kemudian disimpan dalam suhu ruang. Sampel dan cawan tersebut kemudian ditimbang bobotnya secara periodik setiap 12 jam sampai diperoleh bobot konstan yang berarti kadar air kesetimbangan (M_e) telah tercapai. Setelah diperoleh bobot sampel yang konstan lalu diukur kadar airnya dengan menggunakan metode oven (AOAC, 1995). Berdasarkan nilai kadar air kesetimbangan (M_e) sampel pada berbagai nilai RH maka kemudian dibuat kurva isotherm sorpsi airnya.

Penggunaan model persamaan sorpsi isotermik dan penentuan ketepatan model. Penggunaan model-model persamaan kurva sorpsi isotermik dari kadar air kesetimbangan bertujuan untuk mendapatkan gambaran kecenderungan hubungan antara aktivitas air dan kadar air kesetimbangan yang lebih *reliable*. Pada saat ini, model - model persamaan matematis yang menjelaskan fenomena sorpsi isotermik telah banyak dikembangkan. Semakin banyak model yang tersedia, maka akan semakin bagus untuk pendugaan umur simpan. Model persamaan yang digunakan dalam pendugaan umur simpan adalah model Hasley, model Chan-Clayton, model Henderson, model Caurie, dan model Oswin. Model-model persamaan sorpsi isotermis bahan pangan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Analisis Data

Penelitian penyimpanan dengan kemasan dan pengaruhnya terhadap mutu *cookies* nenas dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari dua faktor, yaitu: Faktor I: jenis kemasan (K) yang terdiri dari 3 taraf, yaitu: $K_1 = OPP$ (*Oriented Polypropylene*),

K₂ = PE (Polyethylene), K₃ = Metalized Plastic. Faktor II: Lama penyimpanan (L) yang terdiri dari 3 taraf, yaitu: M₁= 7 Hari, M₂ = 14 Hari, M₃ = 21 Hari. Banyaknya kombinasi perlakuan adalah 9 dengan jumlah ulangan sebanyak 4 kali.

Penentuan umur simpan cookies nenas dihitung dengan pendekatan kurva isoteremis. Umur simpan cookies nenas dihitung dengan memasukkan data-data hasil percobaan ke dalam persamaan dan ditentukan pada nilai RH tertentu. Umur simpan berdasarkan pendekatan kurva sorpsi isoteremis dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini (Labuza, 1982).

$$t = \frac{\ln \left(\frac{Me - Mi}{Me - Mc} \right)}{\left(\frac{k}{x} \right) \left(\frac{A}{Ws} \right) \left(\frac{Po}{b} \right)}$$

Keterangan:

t = Waktu yang diperlukan dalam kemasan untuk bergerak dari kadar air awal menuju kadar air kritis atau waktu perkiraan umur simpan (hari)

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

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

Mc = Kadar air kritis produk (g H₂O/g padatan)

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

A = Luas permukaan kemasan (m²)

Ws = Berat kering produk dalam kemasan (g)

Po = Tekanan uap jenuh (mmHg)

b = Kemiringan kurva sorpsi isoteremis (yang diasumsikan linier antara Mi dan Mc)

Tabel 1. Model-model persamaan sorpsi isoteremis bahan pangan (Labuza, 1982)

Model	Persamaan
Henderson	1- = exp (-KMe ⁿ)
Caurie	ln Me = ln P ₁ - P ₂ *Aw
Oswin	Me = P ₁ [Aw/(1-Aw)] ^{P₂}
Chan Clayton	Aw = exp [-P ₁ /exp(P ₂ *Me)]
Hasley	Aw = exp [-P ₁ /(Me) ^{P₂}]

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik mutu awal cookies nenas yang diamati pada penelitian ini meliputi analisis kimia dan organoleptik. Parameter analisis kimia yang diamati adalah kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein, asam lemak bebas, dan kadar karbohidrat. Parameter organoleptik yang Hasil analisis mutu awal cookies nenas dapat dilihat pada Tabel 2.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis kemasan dan lama penyimpanan memberikan pengaruh terhadap parameter yang diamati baik pada penyimpanan suhu ruang maupun suhu 15 °C. Karakteristik cookies nenas yang diuji meliputi kadar air, kadar lemak, asam lemak bebas, dan nilai organoleptik terhadap warna, aroma, rasa, dan tekstur. Pengaruh jenis kemasan terhadap mutu cookies nenas dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4. Pengaruh lama penyimpanan terhadap mutu cookies nenas dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 2. Hasil analisis mutu awal cookies nenas

Parameter	%b/b	%b/k	Standar mutu cookies SII-01177-178
Kadar air (%)	7,538±0,32	8,153±0,38	Maks 5,0
Kadar abu (%)	0,987±0,01	1,069±0,05	Maks 2,0
Kadar lemak (%)	22,065±0,23	23,864±0,22	-
Kadar protein (%)	1,844±0,69	1,995±0,75	Maks 6,0
Kadar karbohidrat (%)	67,643±0,91	73,075±0,69	-
Asam lemak bebas (FFA) (%)	0,273±0,03	-	-
Organoleptik			
Warna	4,411±0,08	-	-
Aroma	4,622±0,08	-	-
Rasa	4,800±0,09	-	-
Tekstur	4,700±0,12	-	-

Keterangan : Data terdiri dari 3 ulangan dan ± menunjukkan standar deviasi.

Tabel 3. Pengaruh jenis kemasan terhadap mutu *cookies* nenas pada penyimpanan suhu ruang

Parameter yang diuji	Jenis Kemasan (K)		
	K ₁ = OPP	K ₂ = PE	K ₃ = MP
Kadar air (% b/k)	8,778±0,26 ^{b,B}	9,234±0,49 ^{a,A}	8,400±0,20 ^{c,C}
Kadar lemak (%)	21,832±0,03	21,772±0,03	21,966±0,01
Kadar asam lemak bebas (%)	0,533±0,05 ^{b,B}	0,648±0,03 ^{a,A}	0,375±0,07 ^{c,C}
Nilai organoleptik warna	4,269±0,03	4,283±0,06	4,275±0,09
Nilai organoleptik aroma	4,533±0,19 ^{a,AB}	4,439±0,16 ^{b,B}	4,594±0,22 ^{a,A}
Nilai organoleptik rasa	4,539±0,01	4,528±0,03	4,528±0,02
Nilai organoleptik tekstur	4,364±0,20 ^{b,AB}	4,300±0,18 ^{c,B}	4,439±0,16 ^{a,A}

Keterangan: Angka dalam tabel merupakan rata-rata dari 4 ulangan, ± standar deviasi. Notasi huruf yang berbeda menunjukkan pengaruh berbeda nyata pada taraf 5% (huruf kecil) dan berbeda sangat nyata pada taraf 1% (huruf besar).

Tabel 4. Pengaruh jenis kemasan terhadap mutu *cookies* nenas pada penyimpanan suhu 15 °C

Parameter yang diuji	Jenis Kemasan (K)		
	K ₁ = OPP	K ₂ = PE	K ₃ = MP
Kadar air (% b/k)	8,681±0,26 ^{b,B}	9,063±0,45 ^{a,A}	8,336±0,16 ^{c,C}
Kadar lemak (%)	21,971±0,03	21,885±0,02	21,935±0,10
Kadar asam lemak bebas (%)	0,384±0,05 ^{b,B}	0,473±0,05 ^{a,A}	0,362±0,07 ^{b,B}
Nilai organoleptik warna	4,267±0,05	4,261±0,06	4,275±0,05
Nilai organoleptik aroma	4,378±0,19 ^{b,B}	4,322±0,16 ^{b,B}	4,467±0,16 ^{a,A}
Nilai organoleptik rasa	4,350±0,02	4,314±0,06	4,344±0,08
Nilai organoleptik tekstur	4,489±0,14 ^{b,B}	4,464±0,16 ^{b,B}	4,564±0,15 ^{a,A}

Keterangan: Angka dalam tabel merupakan rata-rata dari 4 ulangan, ± standar deviasi. Notasi huruf yang berbeda menunjukkan pengaruh berbeda nyata pada taraf 5% (huruf kecil) dan berbeda sangat nyata pada taraf 1% (huruf besar).

Tabel 5. Pengaruh lama penyimpanan terhadap mutu *cookies* nenas pada penyimpanan suhu ruang

Parameter yang diuji	Lama Penyimpanan (L)		
	L ₁ = 7 hari	L ₂ = 14 hari	L ₃ = 21 hari
Kadar air (% b/k)	8,489±0,27 ^{c,C}	8,804±0,42 ^{b,B}	9,120±0,57 ^{a,A}
Kadar lemak (%)	21,877±0,10	21,859±0,10	21,835±0,11
Kadar asam lemak bebas (%)	0,465±0,16 ^{b,b}	0,529±0,13 ^{a,A}	0,563±0,12 ^{a,A}
Nilai organoleptik warna	4,300±0,03	4,311±0,04	4,217±0,04
Nilai organoleptik aroma	4,683±0,14 ^{a,A}	4,542±0,09 ^{b,B}	4,342±0,01 ^{c,C}
Nilai organoleptik rasa	4,544±0,01	4,519±0,03	4,531±0,01
Nilai organoleptik tekstur	4,564±0,05 ^{a,A}	4,325±0,11 ^{b,B}	4,213±0,06 ^{c,C}

Keterangan: Angka dalam tabel merupakan rata-rata dari 4 ulangan, ± standar deviasi. Notasi huruf yang berbeda menunjukkan pengaruh berbeda nyata pada taraf 5% (huruf kecil) dan berbeda sangat nyata pada taraf 1% (huruf besar).

Tabel 6. Pengaruh lama penyimpanan terhadap mutu *cookies* nenas pada penyimpanan suhu 15 °C

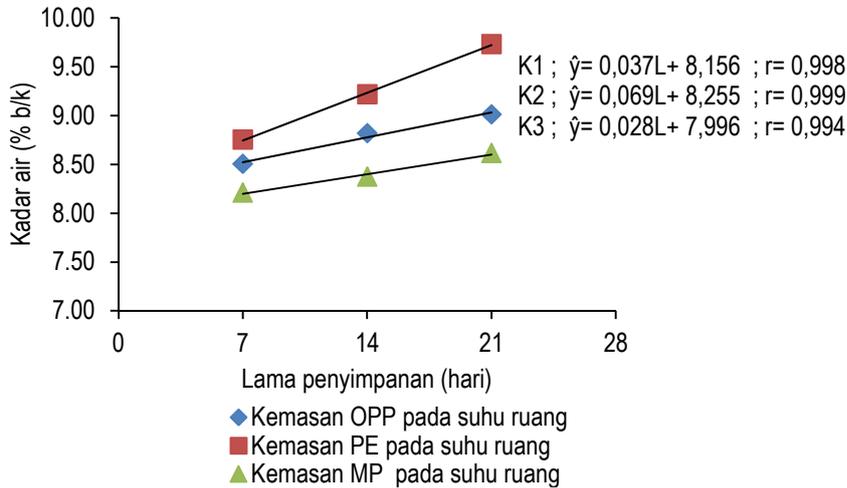
Parameter yang diuji	Lama Penyimpanan (L)		
	L ₁ = 7 hari	L ₂ = 14 hari	L ₃ = 21 hari
Kadar air (% b/k)	8,419±0,22 ^{c,C}	8,665±0,36 ^{b,B}	8,996±0,51 ^{a,A}
Kadar lemak (%)	21,983±0,08	21,915±0,05	21,894±0,04
Kadar asam lemak bebas (%)	0,345±0,07 ^{c,C}	0,413±0,05 ^{b,B}	0,460±0,06 ^{a,A}
Nilai organoleptik warna	4,283±0,04	4,294±0,05	4,225±0,02
Nilai organoleptik aroma	4,572±0,06 ^{a,A}	4,353±0,11 ^{b,B}	4,242±0,06 ^{c,C}
Nilai organoleptik rasa	4,367±0,02	4,347±0,08	4,294±0,03
Nilai organoleptik tekstur	4,644±0,05 ^{a,A}	4,525±0,05 ^{b,B}	4,347±0,05 ^{c,C}

Keterangan: Angka dalam tabel merupakan rata-rata dari 4 ulangan, ± standar deviasi. Notasi huruf yang berbeda menunjukkan pengaruh berbeda nyata pada taraf 5% (huruf kecil) dan berbeda sangat nyata pada taraf 1% (huruf besar).

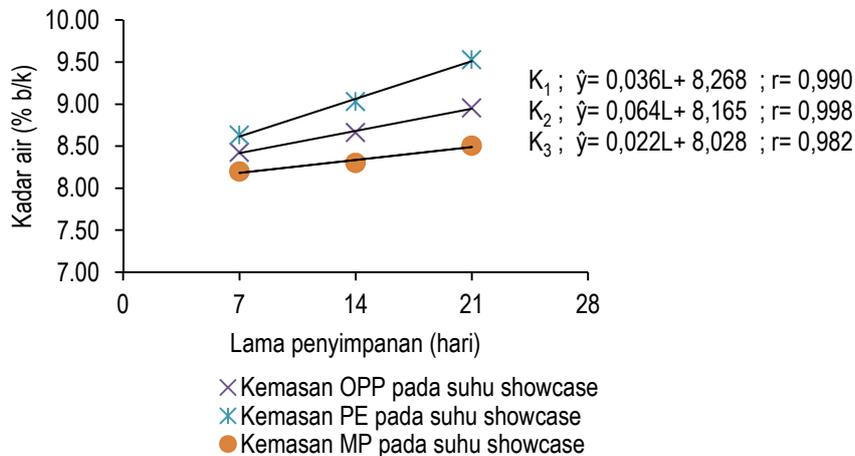
Kadar air

Jenis kemasan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar air *cookies* nenas yang disimpan pada suhu ruang maupun suhu 15 °C (Tabel 3 dan Tabel 4). Lama penyimpanan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar

air *cookies* nenas yang disimpan pada suhu ruang maupun suhu 15 °C (Tabel 5 dan Tabel 6). Hubungan interaksi jenis kemasan dan lama penyimpanan dengan kadar *cookies* nenas yang disimpan pada suhu ruang maupun suhu 15 °C dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Hubungan interaksi antara jenis kemasan dan lama penyimpanan dengan kadar air *cookies* nenas yang disimpan pada suhu ruang



Gambar 2. Hubungan interaksi antara jenis kemasan dan lama penyimpanan dengan kadar air *cookies* nenas yang disimpan pada suhu 15 °C

Adanya perbedaan jenis kemasan dan peningkatan lama penyimpanan akan meningkatkan kadar air *cookies* nenas pada penyimpanan suhu ruang maupun pada suhu 15 °C. Kemasan dengan permeabilitas tinggi dan waktu penyimpanan yang semakin lama menyebabkan penyerapan air semakin besar sehingga kadar air meningkat. Hal ini sesuai dengan literatur Kusnandar (2010) yang menyatakan bahwa semakin tinggi nilai

permeabilitas kemasan (k/x) maka semakin besar difusi air dan gas yang melalui kemasan sehingga kadar air produk semakin besar.

Peningkatan kadar air pada *cookies* nenas juga dipengaruhi oleh lama penyimpanan. Semakin lama penyimpanan maka semakin meningkat kadar airnya. Hal ini sesuai dengan literatur Herawati (2008) yang menyatakan bahwa faktor yang sangat berpengaruh terhadap penurunan mutu produk pangan adalah

perubahan kadar air dalam produk. Perubahan kadar air dalam produk dapat dipengaruhi oleh suhu, kelembaban ruang, dan lama penyimpanan.

Asam Lemak Bebas

Jenis kemasan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap asam lemak bebas *cookies* nenas yang disimpan pada suhu ruang maupun suhu 15 °C (Tabel 3 dan Tabel 4). Lama penyimpanan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap asam lemak bebas *cookies* nenas yang disimpan pada suhu ruang maupun suhu 15 °C (Tabel 5 dan Tabel 6).

Jenis kemasan memberikan pengaruh terhadap asam lemak bebas *cookies* nenas. Semakin tinggi nilai permeabilitas dari suatu kemasan, menyebabkan komponen air yang masuk ke dalam kemasan semakin besar, sehingga terjadi proses hidrolisis pada produk yang mengakibatkan semakin tingginya peningkatan asam lemak bebas. Hal ini sesuai dengan literatur Mualifah (2009) yang menyatakan bahwa kadar air berperan dalam proses hidrolisis minyak yang akhirnya menyebabkan ketengikan. Semakin tinggi kadar air, maka minyak semakin cepat tengik.

Lama penyimpanan memberikan pengaruh terhadap asam lemak bebas *cookies* nenas. Semakin lama waktu penyimpanan maka semakin tinggi asam lemak bebas pada *cookies* nenas. Menurut Gunawan, dkk., (2003), asam lemak bebas menunjukkan sejumlah asam lemak bebas yang dikandung oleh minyak yang rusak terutama karena peristiwa hidrolisis. Reaksi pada minyak merupakan reaksi autokatalitik dimana reaksi meningkat sejalan dengan meningkatnya waktu penyimpanan.

Kadar Lemak

Jenis kemasan memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ($P > 0,05$) kadar lemak *cookies* nenas yang disimpan pada suhu ruang maupun suhu 15 °C (Tabel 3 dan Tabel 4). Lama penyimpanan memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ($P > 0,05$) kadar lemak *cookies* nenas yang disimpan pada suhu ruang maupun suhu 15 °C (Tabel 5 dan Tabel 6).

Nilai Organoleptik Aroma

Jenis kemasan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap nilai organoleptik aroma *cookies* nenas yang disimpan pada suhu ruang maupun suhu 15 °C (Tabel 3 dan Tabel 4). Lama penyimpanan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap nilai organoleptik aroma *cookies* nenas

yang disimpan pada suhu ruang maupun suhu 15 °C (Tabel 5 dan Tabel 6).

Jenis kemasan memberikan pengaruh terhadap asam lemak bebas *cookies* nenas. Tabel 3 dan Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai organoleptik aroma tertinggi diperoleh pada *cookies* nenas yang disimpan pada kemasan *metalized plastic* dan nilai organoleptik aroma terendah diperoleh pada *cookies* nenas yang disimpan pada kemasan polietilen. Hal ini berhubungan dengan sifat permeabilitas kemasan dimana semakin kecil permeabilitas uap air kemasan maka semakin rendah penyerapan kadar air pada produk sehingga terbentuknya mikroorganisme yang menghasilkan aroma tidak sedap dapat dicegah. Hal ini sesuai dengan literatur Zuhra (2006) yang menyatakan bahwa perubahan aroma dalam produk tidak terlepas dari aktivitas mikroorganisme, biasanya pada produk yang mengandung kadar air yang tinggi. Perubahan aroma yang tidak diinginkan terjadi akibat gangguan dari mikroorganisme yang menghasilkan bau tidak sedap (*off odors*), beberapa mikroorganisme yang berperan adalah bakteri dan jamur.

Lama penyimpanan memberikan pengaruh terhadap nilai organoleptik aroma *cookies* nenas yang disimpan pada suhu ruang maupun suhu 15 °C. Tabel 5 dan Tabel 6 menunjukkan bahwa semakin lama penyimpanan maka semakin rendah tingkat kesukaan panelis terhadap aroma *cookies* nenas. Hal ini disebabkan karena terbentuknya aroma tengik akibat kandungan asam lemak bebas yang semakin meningkat, seiring dengan semakin lamanya waktu penyimpanan, sesuai dengan pernyataan Winarno (1989), penyebab bau tengik dari lemak yaitu proses hidrolisis. Ketengikan karena hidrolisis disebabkan oleh kadar air pada produk serta bekerjanya mikroorganisme terhadap lemak/minyak yang menimbulkan hidrolisis sederhana dari lemak menjadi asam lemak digliserida, monogliserida dan gliserol, sehingga semakin tinggi asam lemak bebas maka semakin cepat terbentuk aroma tengik pada produk yang menyebabkan rendahnya tingkat kesukaan panelis.

Nilai Organoleptik Warna

Jenis kemasan memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ($P > 0,05$) nilai organoleptik warna *cookies* nenas yang disimpan pada suhu ruang maupun suhu 15 °C (Tabel 3 dan Tabel 4). Lama penyimpanan memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ($P > 0,05$) nilai organoleptik warna *cookies* nenas yang disimpan pada suhu ruang maupun suhu 15 °C (Tabel 5 dan Tabel 6).

Nilai Organoleptik Tekstur

Jenis kemasan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap nilai organoleptik tekstur *cookies* nenas yang disimpan pada suhu ruang maupun suhu 15 °C (Tabel 3 dan Tabel 4). Lama penyimpanan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap nilai organoleptik tekstur *cookies* nenas yang disimpan pada suhu ruang maupun suhu 15 °C (Tabel 5 dan Tabel 6).

Jenis kemasan memberikan pengaruh terhadap nilai organoleptik tekstur *cookies* nenas yang disimpan pada suhu ruang maupun suhu 15 °C. Tabel 3 dan Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai organoleptik tekstur tertinggi terdapat pada *cookies* nenas yang disimpan pada kemasan *metalized plastic* sedangkan nilai organoleptik tesktur terendah terdapat pada *cookies* nenas yang disimpan pada kemasan polietilen. Kemasan polietilen memiliki nilai permeabilitas uap air yang besar yang menyebabkan tingkat penyerapan uap air dari udara ke produk semakin tinggi sehingga mengakibatkan kerenyahan *cookies* nenas semakin rendah. Hal ini sesuai dengan literatur Trisyulianti, dkk., (2001) yang menyatakan bahwa kepadatan produk dipengaruhi oleh kemampuannya dalam menyerap air. Semakin tinggi kemampuan produk menyerap air maka teksturnya akan semakin tidak padat.

Lama penyimpanan memberikan pengaruh terhadap nilai organoleptik tekstur *cookies* nenas yang disimpan pada suhu ruang maupun suhu 15 °C. Semakin lama penyimpanan maka semakin rendah tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur *cookies* nenas. Menurut Solihin, dkk., (2015), tekstur produk mengalami perubahan dari tekstur padat menjadi lebih lunak. Hal ini karena selama penyimpanan terjadi penyerapan air dari lingkungan ke dalam produk, sehingga produk mengalami pemuaiian dan apabila ditekan akan memiliki tekstur yang tidak padat akibat peningkatan rongga di dalam produk.

Nilai Organoleptik Rasa

Jenis kemasan memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ($P > 0,05$) nilai organoleptik rasa *cookies* nenas yang disimpan pada suhu ruang maupun suhu 15 °C (Tabel 3 dan Tabel 4). Lama penyimpanan memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ($P > 0,05$) nilai organoleptik rasa *cookies* nenas yang disimpan pada suhu ruang maupun suhu 15 °C (Tabel 5 dan Tabel 6).

Pendugaan Umur Simpan

Kadar air awal (Mi) dan kadar air kritis (Mc)

Kadar air awal *cookies* nenas yaitu sebesar 0,0815 g H₂O/g bahan. Kadar air awal ini ditentukan berdasarkan AOAC (1995) dengan menggunakan metode oven. Kadar air kritis (Mc) diperoleh dari pengukuran kadar air *cookies* nenas yang secara organoleptik sudah tidak diterima oleh konsumen, yaitu pada skor penilaian organoleptik 3 (agak tidak suka). Kadar air *cookies* nenas pada saat produk sudah tidak diterima oleh konsumen dinyatakan sebagai kadar air kritis. Penentuan kadar air kritis dilakukan dengan cara meletakkan sampel *cookies* nenas dalam keadaan terbuka pada suhu ruang dan dilakukan pengukuran kadar air secara periodik 1 jam sekali selama 13 jam. Sehingga diperoleh nilai organoleptik tekstur dan kadar air *cookies* nenas pada berbagai penyimpanan, dapat dilihat pada Tabel 7.

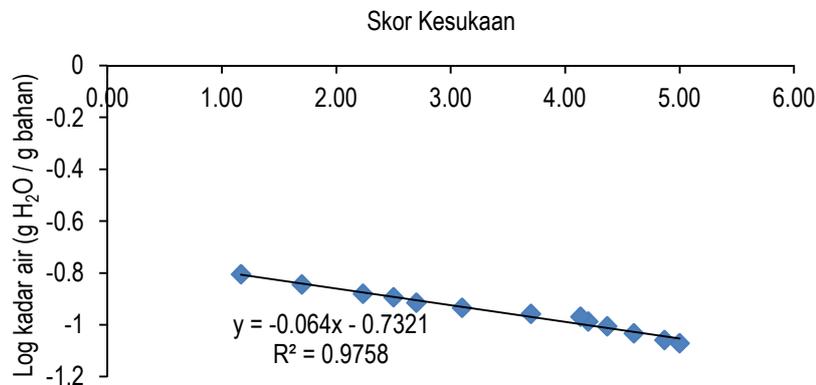
Tabel 7 menunjukkan bahwa penurunan skor kesukaan terhadap tekstur oleh konsumen terjadi seiring dengan bertambahnya waktu penyimpanan. Nilai organoleptik tekstur tertinggi adalah pada saat produk belum diberikan perlakuan penyimpanan yaitu sebesar 5,000 dengan nilai kadar air sebesar 0,0815 g H₂O/g bahan. Batas kritis penerimaan konsumen terjadi pada penyimpanan antara jam ke-8 sampai jam ke-9. Kurva hubungan antara logaritmik kadar air dengan nilai organoleptik tekstur dapat dilihat pada Gambar 3.

Kadar air kritis diperoleh dengan memplotkan nilai 3 (tidak suka) ke dalam persamaan linear hasil regresi dari kurva hubungan antara logaritmik kadar air dengan nilai hedonik. Persamaan linear yang diperoleh adalah $y = -0,064x - 0,732$ dengan nilai R² yaitu 0,975. Nilai R² menunjukkan ketepatan dalam menggambarkan kondisi sebenarnya. Semakin tinggi nilai R² pada persamaan tersebut semakin tinggi tingkat keeratan hubungan antara kedua faktor yang dibandingkan. Berdasarkan persamaan pada Gambar 2, dengan cara memasukkan nilai $x = 3$ maka diperoleh kadar air kritis *cookies* nenas yaitu sebesar 0,1191 g H₂O /g bahan. Nilai 3 pada penerimaan konsumen dipilih karena pada respon agak suka dari panelis dianggap bahwa *cookies* nenas sudah ditolak oleh konsumen. Nilai kadar air kritis diperoleh dari hasil pengamatan dan analisis pada. Waktu tercapainya kadar air kritis pada bahan dapat ditentukan dari persamaan linier pada kurva hubungan antara waktu penyimpanan dengan kadar air, seperti pada Gambar 4.

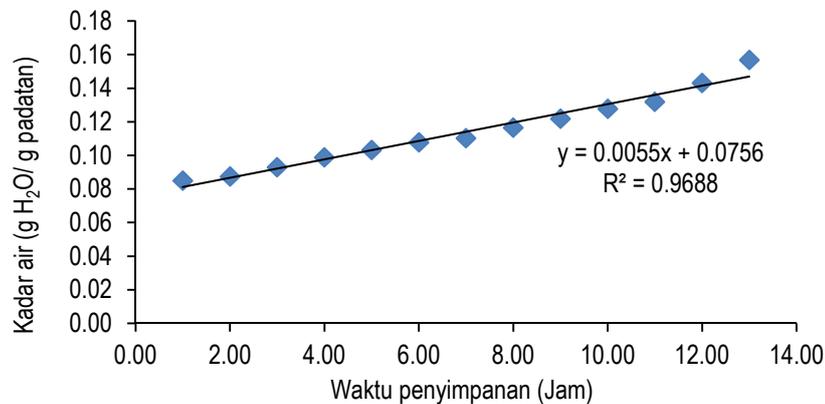
Tabel 7. Hubungan lama penyimpanan terhadap kadar air dan skor kesukaan *cookies* nenas

Penyimpanan (jam)	Kadar air (g H ₂ O/ g padatan)	Skor kesukaan
1	0,0850	5,0000
2	0,0873	4,8667
3	0,0928	4,6000
4	0,0988	4,3667
5	0,1030	4,2000
6	0,1076	4,1333
7	0,1102	3,7000
8	0,1163	3,1000
9	0,1219	2,7000
10	0,1276	2,5000
11	0,1319	2,2333
12	0,1430	1,7000
13	0,1567	1,1667

Keterangan : Analisis kadar air dilakukan sebanyak 3 kali ulangan dan nilai organoleptik dari rata-rata 30 panelis.



Gambar 3. Hubungan antara logaritmik kadar air dengan nilai organoleptik tekstur



Gambar 4. Hubungan waktu penyimpanan dengan kadar air

Waktu tercapainya kadar air kritis dapat diperoleh hasil konversi pada persamaan $y = 0,0005x + 0,075$. Kadar air kritis *cookies* nenas sebesar 0,1191 gH₂O/g bahan tercapai pada saat waktu penyimpanan pada 8 jam 49 menit. Hal ini menunjukkan bahwa setelah penyimpanan pada 8 jam 49 menit akan terjadi perubahan mutu *cookies* nenas yang sangat signifikan.

Kadar air kesetimbangan dan kurva sorpsi isoteremis

Kadar air kesetimbangan merupakan kadar air yang diperoleh saat produk berada dalam keadaan setimbang, dimana produk sudah tidak mengalami penambahan atau pengurangan berat. Sampel *cookies* nenas yang telah diketahui kadar airnya diletakkan dalam cawan dan disimpan dalam *chamber* yang telah berisi larutan garam jenuh, kemudian dilakukan penimbangan secara periodik setiap 12 jam

sekali sampai berat konstan. Kondisi saat *cookies* nenas memiliki berat yang konstan kemudian diukur kadar airnya. Nilai kelembaban relatif yang dibentuk oleh larutan garam jenuh

pada berbagai suhu dapat dilihat pada Tabel 8. Kadar air kesetimbangan *cookies* nenas dan waktu tercapainya pada beberapa RH penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 8. Nilai kelembaban relatif yang dibentuk oleh larutan garam jenuh pada berbagai suhu

Larutan garam jenuh	Kelembaban relatif yang terbentuk (RH, %)	
	Suhu 15 °C	Suhu ruang
NaOH	6,98	6,80
CH ₃ COOK	23,40	22,50
MgCl ₂	33,30	32,40
K ₂ CO ₃	44,20	43,20
KI	69,90	69,00
NaCl	75,60	75,10
KCl	85,90	83,60
BaCl ₂	91,00	90,30

Tabel 8 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai RH yang dibentuk oleh larutan garam jenuh pada suhu 15 °C dan suhu ruang dimana nilai RH larutan garam jenuh pada suhu 15 °C lebih tinggi dibandingkan dengan suhu ruang. Menurut Kusnandar (2010), hal ini

dikarenakan nilai kelembaban relatif yang terbentuk oleh suatu jenis larutan garam jenuh akan dipengaruhi oleh suhu lingkungan. Pada suhu lingkungan yang tinggi, kelembaban relatif yang terbentuk akan lebih rendah.

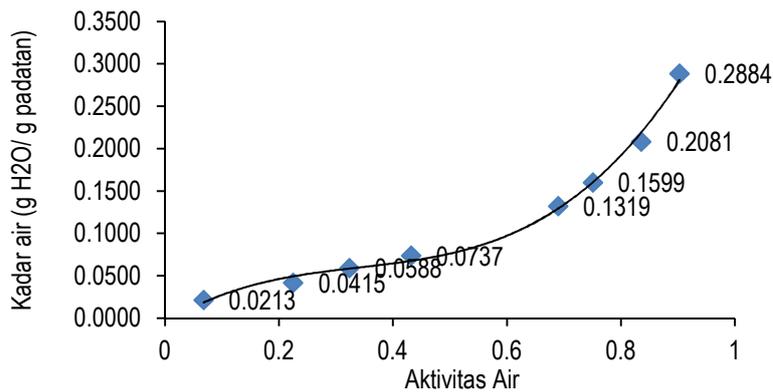
Tabel 9. Kadar air kesetimbangan produk *cookies* nenas pada berbagai suhu penyimpanan, RH penyimpanan, dan waktu pencapaiannya

Penyimpanan suhu ruang			Penyimpanan suhu 15 °C		
%RH	Kadar air kesetimbangan (g H ₂ O/g padatan)	Waktu (hari)	%RH	Kadar air kesetimbangan (g H ₂ O/g padatan)	Waktu (hari)
6,80	0,0213	3	6,98	0,0301	4
22,5	0,0415	3	23,4	0,0571	5
32,4	0,0588	3	32,4	0,0732	7
43,2	0,0737	4	44,2	0,1091	8
69,0	0,1319	7	69,9	0,1659	10
75,1	0,1599	7	75,6	0,1848	10
83,6	0,2081	8	85,9	0,2597	11
90,3	0,2884	9	91,0	0,2993	13

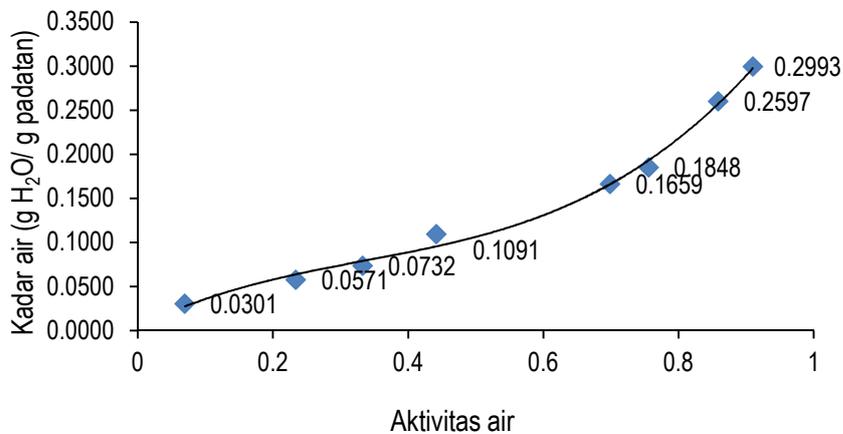
Nilai kadar air kesetimbangan berbeda-beda pada setiap bahan. Tabel 9 menunjukkan bahwa kadar air kesetimbangan untuk *cookies* nenas yang disimpan pada suhu ruang tercapai pada selang penyimpanan 3-9 hari sedangkan *cookies* yang disimpan pada suhu 15 °C mencapai kesetimbangan pada selang penyimpanan 4-13 hari. Kadar air kesetimbangan *cookies* nenas lebih lama tercapai dikarenakan RH pada suhu 15 °C lebih tinggi dibandingkan dengan suhu ruang. Hal ini sesuai dengan literatur Purnomo (1995) yang menyatakan bahwa semakin tinggi nilai kelembaban relatif (RH) penyimpanan, proses difusi air akan berlangsung lambat dan sulit sehingga diperlukan

waktu yang lama agar produk dapat mencapai kondisi setimbang dengan lingkungannya. Kadar air kesetimbangan yang digunakan dalam pendugaan umur simpan adalah nilai kadar air pada RH tertentu dalam persamaan kurva sorpsi isothermis dari model terpilih.

Kurva sorpsi isothermis merupakan kurva yang menggambarkan hubungan antara Aw dengan kadar air kesetimbangan per g bahan. Kadar air kesetimbangan dari hasil percobaan diplotkan dengan nilai Aw sehingga diperoleh kurva yang disebut kurva sorpsi isothermis. Kurva yang terbentuk berbentuk huruf S (sigmoid) seperti pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5. Kurva sorpsi isotermis cookies nenas pada penyimpanan suhu ruang



Gambar 6. Kurva sorpsi isotermis cookies nenas pada penyimpanan suhu 15 °C

Gambar 5 dan 6 menunjukkan bahwa kurva sorpsi isotermis cookies nenas yang disimpan pada suhu ruang dan 15 °C memiliki bentuk sigmoid yaitu menyerupai huruf S walaupun tidak sigmoid sempurna. Bentuk kurva sangat beragam tergantung sifat alami bahan pangan, suhu, kecepatan adsorpsi, dan tingkatan air yang dipindahkan selama adsorpsi atau desorpsi (Fennema, 1985).

Penggunaan model persamaan sorpsi isotermik dan penentuan ketepatan model

Model-model persamaan sorpsi isotermis perlu dibuat untuk mendapatkan kemulusan kurva yang tinggi. Kadar air kesetimbangan yang

didapat diplotkan dengan nilai aktivitas air. Banyak model persamaan matematika yang telah dikembangkan untuk menjelaskan fenomena sorpsi isotermis secara teoritis, namun dalam penelitian ini hanya dipilih 5 model persamaan matematis yaitu Henderson, Caurie, Oswin, Hasley, dan Chen Clayton. Model-model persamaan non linear tersebut kemudian dimodifikasi ke dalam bentuk persamaan linear ($y = a + bx$) untuk mempermudah perhitungannya. Model persamaan kurva sorpsi isotermis dapat dilihat pada Tabel 10 dan Tabel 11 yang diperoleh dari hasil konversi persamaan dalam modifikasi model-model.

Tabel 10. Model persamaan kurva sorpsi isotermis cookies nenas pada suhu ruang

Model	Persamaan
Hasley	$\log [\ln(1/aw)] = -1,582 - 1,265 \log Me$
Chen Clayton	$\ln [\ln(1/aw)] = 0,854 - 11,94 Me$
Henderson	$\log [\ln(1/(1-aw))] = 1,178 + 1,322 \log Me$
Caurie	$\ln [\ln(1/aw)] = -3,892 + 2,836 Me$
Oswin	$\ln Me = -2,454 + 0,543 \ln [aw/(1-aw)]$

Tabel 11. Model persamaan kurva sorpsi isotermis *cookies* nenas pada suhu 15 °C

Model	Persamaan
Hasley	$\log [\ln(1/aw)] = -1,626 - 1,430 \log Me$
Chen Clayton	$\ln [\ln(1/aw)] = 1,081 - 11,83 Me$
Henderson	$\log [\ln(1/(1-aw))] = 1,199 + 1,473 \log Me$
Caurie	$\ln [\ln(1/aw)] = -3,517 + 2,533 Me$
Oswin	$\ln Me = -2,237 + 0,480 \ln [aw/(1-aw)]$

Persamaan-persamaan diatas kemudian digunakan untuk menentukan kadar air kesetimbangan *cookies* nenas. Berdasarkan data kadar air kesetimbangan tersebut, dapat ditentukan model yang dapat menggambarkan kurva sorpsi isotermis dengan tepat, agak tepat, ataupun kurang tepat dengan menentukan nilai MRD masing-masing model. Keakuratan dan kemulusan kurva sorpsi isotrmis dalam menggambarkan fenomena sorpsi ditentukan berdasarkan semakin berhimpitnya kurva sorpsi isotermis dari model-model persamaan dengan kurva sorpsi isotermis hasil percobaan. Model-model persamaan tersebut kemudian diuji

ketepatannya dengan menghitung nilai MRD (*Mean Relative Determination*). Uji ketepatan persamaan sorpsi isotermis dilakukan untuk mengetahui ketepatan dari beberapa model persamaan sorpsi isotermis yang terpilih sehingga memperoleh kurva sorpsi isotermis dengan menggunakan perhitungan *Mean Relative Determination* (MRD) (Walpole, 1992). Hasil perhitungan nilai MRD terhadap beberapa model persamaan sorpsi isotermis dalam penentuan umur simpan pada penyimpanan suhu ruang dan suhu 15 °C dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Nilai MRD model-model persamaan sorpsi isotermis

Model	MRD	
	Suhu ruang	Suhu 15 °C
Hasley	10,46	12,38
Chen Clayton	27,86	13,99
Henderson	10,16	7,87
Caurie	9,03	7,47
Oswin	1,68	4,95

Hasil perhitungan MRD pada Tabel 12 menunjukkan bahwa model Oswin adalah model yang paling tepat (MRD<5) dalam menggambarkan keseluruhan kurva sorpsi isotermis untuk *cookies* nenas pada penyimpanan suhu ruang dan suhu 15 °C dengan nilai MRD terkecil berturut-turut yaitu 1,68 dan 4,95. Pada penyimpanan suhu ruang, model Caurie dapat menggambarkan agak tepat menggambarkan keseluruhan kurva karena nilai $5 < MRD < 10$ sedangkan pada penyimpanan suhu 15 °C, model Henderson dan Caurie dapat menggambarkan agak tepat menggambarkan keseluruhan kurva. Untuk Model Chen-Clayton dan Hasley tidak dapat menggambarkan keseluruhan kurva *cookies* nenas pada penyimpanan suhu ruang maupun pada suhu 14 °C karena nilai MRD>10.

Jadi model yang dipilih untuk menggambarkan keadaan sebenarnya dari fenomena sorpsi isotermis *cookies* nenas pada suhu ruang adalah model Oswin dengan persamaan $\ln Me = -2,454 + 0,543 \ln [aw/(1-aw)]$

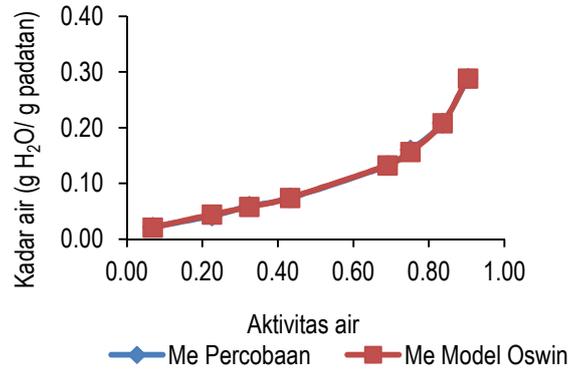
dan pada suhu 15 °C adalah model Oswin dengan persamaan $\ln Me = -2,237 + 0,480 \ln [aw/(1-aw)]$. Kurva sorpsi isotermis berdasarkan model sorpsi isotermis terpilih untuk *cookies* nenas pada penyimpanan suhu ruang dan suhu 15 °C dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8.

Nilai kemiringan (b) kurva sorpsi isotermis

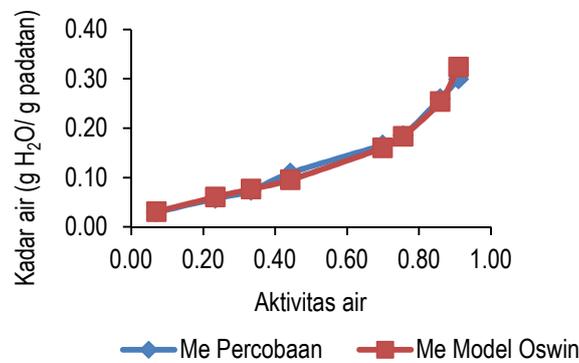
Perhitungan umur simpan berdasarkan persamaan Labuza membutuhkan nilai kemiringan (b) kurva sorpsi isotermis. Menurut Labuza (1982), daerah linear untuk menentukan slope kurva sorpsi isotermis diambil antara daerah kadar air awal dan kadar air kritis. Menurut Arpah (2001), kemiringan (b) kurva sorpsi isotermis ditentukan dari garis lurus yang terbentuk pada kurva model persamaan sorpsi isotermis terpilih. Pada penelitian ini, nilai kemiringan (b) pada produk *cookies* nenas suhu penyimpanan ruang dan suhu 15 °C diperoleh dari kemiringan kurva sorpsi isotermis yang terbentuk pada model Oswin. Nilai kemiringan (b)

untuk produk cookies nenas pada masing-masing suhu penyimpanan dapat dilihat pada

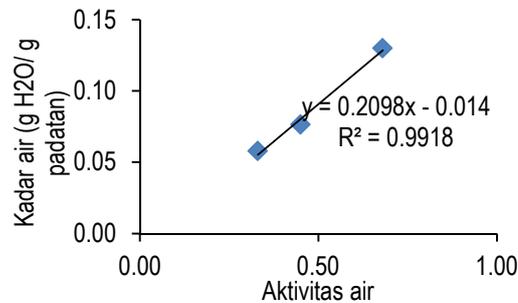
Gambar 9 dan 10.



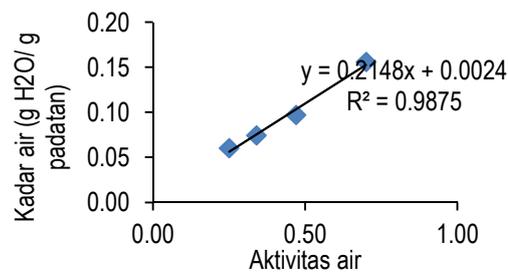
Gambar 7. Kurva sorpsi isoteremis cookies nenas pada suhu ruang model Oswin



Gambar 8. Kurva sorpsi isoteremis cookies nenas pada suhu 15 °C model Oswin



Gambar 9. Kemiringan kurva sorpsi isoteremis cookies nenas pada penyimpanan suhu ruang berdasarkan model Oswin



Gambar 10. Kemiringan kurva sorpsi isoteremis cookies nenas pada penyimpanan suhu 15 °C berdasarkan model Oswin

Berdasarkan Gambar 9 dan Gambar 10, diketahui bahwa titik-titik hubungan antara aktivitas air dan kadar air kesetimbangan memiliki persamaan linear $y = a + bx$. Nilai b dari persamaan linear tersebut merupakan nilai kemiringan kurva sorpsi isotermis. Nilai kemiringan (b) kurva sorpsi isotermis untuk produk *cookies* nenas pada suhu ruang adalah 0,209. Sedangkan nilai kemiringan (b) kurva sorpsi isotermis untuk produk *cookies* nenas pada suhu 15 °C adalah 0,214. Nilai-nilai kemiringan (b) tersebut akan digunakan dalam perhitungan umur simpan *cookies* nenas.

Variabel pendukung pendugaan umur simpan

Variabel pendukung yang sangat penting untuk ditentukan adalah permeabilitas uap air kemasan (k/x), luas kemasan (A), berat solid produk perkemasan (Ws) dan tekanan uap air murni (Po) pada ruang penyimpanan. Variabel-variabel tersebut digunakan untuk menentukan umur simpan *cookies* nenas dengan pendekatan kadar air kritis.

Kemasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Metalized Plastic* (MP), Polietilen (PE) dan *Oriented Polypropylene* (OPP). Nilai permeabilitas uap air dari masing-masing kemasan adalah 0,0180 g H₂O/hari/m².mmHg untuk kemasan *Metalized Plastic*, 0,7950 g H₂O/hari/m².mmHg untuk kemasan Polietilen, dan 0,0740 g H₂O/hari/m².mmHg untuk kemasan *Oriented Polypropylene* (OPP). Nilai permeabilitas dari kemasan didapatkan dari data sekunder. Luas kemasan yang dianalisis adalah 0,0098 m² dengan ukuran (7 x 7 x 2) cm². Berat solid perkemasan adalah 34,08 gram. Nilai tekanan uap air murni berbeda-beda pada setiap suhu penyimpanan. Tekanan uap murni pada suhu ruang (30 °C) adalah 31,824 mmHg, sedangkan tekanan uap murni pada suhu 15 °C adalah 12,788 mmHg. Nilai tekanan uap murni ini diperoleh dari tabel uap air Labuza (1982).

Umur simpan *cookies* nenas

Umur simpan produk *cookies* nenas berbeda tergantung dari suhu penyimpanan dan jenis kemasannya. Pada kemasan OPP, umur simpan *cookies* nenas yang disimpan pada suhu ruang dan suhu 15 °C berturut-turut yaitu 102 hari dan 552 hari. Untuk kemasan Polietilen (PE), umur simpan *cookies* nenas yang disimpan pada suhu ruang dan suhu 15 °C berturut-turut adalah 10 hari dan 51 hari sedangkan untuk kemasan *Metalized Plastic* (MP), umur simpan *cookies* nenas yang disimpan pada suhu ruang dan suhu 15 °C berturut-turut adalah 420 hari dan 2270 hari.

Perhitungan umur simpan ini bersifat pendugaan, karena kerusakan produk semata-mata didasarkan pada penyerapan air hingga tercapai kondisi kritis sehingga perlu dilakukan perhitungan umur simpan berdasarkan mutu kritis lainnya seperti asam lemak bebas dan bilangan peroksida sehingga umur simpan yang didapat lebih akurat.

KESIMPULAN

1. Dari hasil penelitian diketahui bahwa karakteristik awal mutu *cookies* nenas mempunyai kadar air 7,54 (%b/b), kadar abu 0,99 (%b/b), kadar lemak 22,06 (%b/b), kadar protein 1,84 (%b/b), kadar asam lemak bebas 0,27 (%b/b) dan kadar karbohidrat 67,64 (%b/b).
2. Jenis kemasan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar air, asam lemak bebas, nilai organoleptik aroma, dan nilai organoleptik tekstur pada *cookies* nenas yang disimpan pada suhu ruang maupun suhu 15 °C.
3. Lama penyimpanan (hari) memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar air, asam lemak bebas, nilai organoleptik aroma, dan nilai organoleptik tekstur pada *cookies* nenas yang disimpan pada suhu ruang maupun suhu 15 °C.
4. Interaksi antara jenis kemasan dan lama penyimpanan (hari) memberikan pengaruh berbeda nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar air pada *cookies* nenas yang disimpan pada suhu ruang maupun suhu 15 °C.
5. Hasil perhitungan umur simpan *cookies* nenas yang disimpan pada suhu ruang pada berbagai jenis kemasan yaitu 97 hari untuk kemasan OPP, 9 hari untuk kemasan PE, dan 400 hari untuk kemasan *Metalized Plastic*. Sedangkan umur simpan *cookies* nenas yang disimpan pada suhu 15 °C pada berbagai jenis kemasan yaitu 509 hari untuk kemasan OPP, 47 hari untuk kemasan PE, dan 2091 hari untuk kemasan *Metalized Plastic*.
6. Berdasarkan dari hasil penelitian, kemasan terbaik untuk produk *cookies* nenas adalah kemasan OPP, walaupun kemasan *Metalized Plastic* memberikan umur simpan yang lebih lama. Hal ini didasarkan dari segi harga yang relatif lebih ekonomis untuk skala UKM dan juga dari segi penerimaan konsumen dimana konsumen akan lebih tertarik dan cenderung

memilih produk yang memiliki kemasan transparan.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemist Inc., Washington, D.C.
- Arpah, M. dan Syarief, R. 2001. Evaluasi model-model pendugaan umur simpan pangan dari difusi hukum fick unidireksional. Buletin Teknologi dan Industri Pangan. 11:1-11.
- Eskin, N. A. M. dan Robinson, D. S. 2001. Shelf Life Stability: Chemical, Biochemical and Microbiological Changes. CRC Press LLC. Florida, USA.
- Fennema, O. W. 1985. Principles of Food Science, Food Chemistry. Marcel Dekker INC, New York.
- Gunawan, M., Triatmo, dan Rahayu, A. 2003. Analisis pangan: penentuan angka peroksida dan asam lemak bebas pada minyak kedelai dengan variasi penggorengan. Jurnal Universitas Diponegoro, Semarang.
- Herawati, H. 2008. Penentuan Umur Simpan pada Produk Pangan. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, Jawa Tengah.
- Kusnandar, F. 2010. Kimia Pangan. PT. Dian Rakyat, Jakarta.
- Labuza, T. P. 1982. Shelf Life Dating of Food. Food and Nutrition Press, Inc., Westport Connecticut.
- Mualifah, D. 2009. Penentuan Angka Asam Thiobarbiturat dan Angka Peroksida pada Minyak Goreng Bekas Hasil Pemurnian Dengan Karbon Aktif dari Biji Kelor (*Moringa Oleifera Lamk*). Universitas Islam Negeri, Jakarta.
- Nugroho, A. 2007. Kajian metode penentuan umur simpan produk flat wafer dengan metode akselerasi berdasarkan pendekatan model kadar air kritis. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Purnomo, H. 1995. Aktivitas Air dan Peranannya dalam Pengawetan Pangan. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Soekarto. S. T., 1985. Penilaian Organoleptik. PusatPengembangan TeknologiPangan. IPB. Bogor
- Solihin, Muhtarudin, dan Sutrisna, R. 2015. Pengaruh lama penyimpanan terhadap kadar air kualitas fisik dan sebaran jamur wafer limbah sayuran dan umbi-umbian. Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu. Vol 3(2): 48-54.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 1994. SNI 01-3451-1994. Penentuan Kadar Abu. Dewan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 1996. SNI 01-4305-1996. Penentuan Asam Lemak Bebas. Dewan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Suarni. 2009. Prospek pemanfaatan tepung jagung untuk kue kering (cookies). Jurnal Litbang Pertanian. 28(2).
- Supriadi, A., Sugiyono, Soekarto, S. T., dan Hariyadi, P. 2004. Kajian isotermis sorpsi air dan umur simpan beras jagung instan. Forum Pascasarjana. 27 (3): 221-230.
- Syarief, R. dan Halid, H. 1993. Teknologi Penyimpanan Pangan. Penerbit Arcan, Bandung.
- Trisyulianti, E., Jacjha, J., dan Jayusmar. 2001. Pengaruh suhu dan tekanan pengempaan terhadap sifat fisik wafer ransum dari limbah pertanian sumber serat dan leguminise untuk ternak ruminansia. Prosiding Media Peternakan. Bogor.
- Walpole, R. E. 1992. Pengantar Statistika. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Winarno, F. G. 1989. Kimia Pangan dan Gizi. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Zuhra, C. F. 2006. Flavor (Citarasa). Departemen FMIPA. Universitas Sumatera Utara, Medan.