

PEMBUATAN CRACKERS JAGUNG DAN PENDUGAAN UMUR SIMPANNYA DENGAN PENDEKATAN KADAR AIR KRITIS

[Production of Corn Cracker and Prediction of Its Shelf Life Using a Critical Moisture Approach]

Sugiyono^{1)*}, Esther Mariana¹⁾ dan Aton Yulianto²⁾

¹⁾ Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor

²⁾ Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), Jakarta

Diterima 16 April 2010 / Disetujui 19 April 2013

ABSTRACT

The objectives of this research were to produce crackers based on corn flour and to predict its shelf life using a critical moisture approach. The best crackers were produced from a mixture of 60% corn flour and 40% glutinous rice flour. The products had a puffing ratio of 11%, crispiness of 250.8 gf and hardness of 384.7 gf. The corn crackers had better crispiness and hardness than those of commercial rice crackers. The moisture sorption isotherm curve of corn crackers could be described using a Hasley model. Using the critical moisture approach, corn crackers packaged in a metallized plastic and stored at 30°C and 75% relative humidity had a shelf life of 366 days. If the products were stored at 85% relative humidity, the product shelf life would be 150 days.

Keywords: crackers, corn flour, moisture sorption isotherm, shelf life

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk membuat produk *crackers* dari bahan dasar tepung jagung dan menduga umur simpannya dengan menggunakan pendekatan kadar air kritis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produk *crackers* dapat dibuat dari campuran tepung jagung dan tepung ketan. Produk terbaik dihasilkan dari campuran tepung jagung 60% dan tepung ketan 40%. Produk *crackers* jagung mempunyai rasio pengembangan 11%, nilai kerenyahan 250.8 gf, serta nilai kekerasan 384.7 gf. Produk *crackers* jagung yang dihasilkan mempunyai kerenyahan dan kekerasan yang lebih baik dibandingkan dengan *rice crackers* komersial. Kurva isoteremis sorpsi air dari *crackers* jagung dapat digambarkan dengan menggunakan model Hasley. Dengan menggunakan pendekatan kadar air kritis, produk *crackers* jagung yang dikemas dengan *metallized plastic* dan disimpan pada suhu 30°C dan kelembaban udara 75% mempunyai umur simpan 366 hari. Jika produk disimpan pada kelembaban udara 85%, umur simpannya menjadi 150 hari.

Kata kunci: crackers, isoteremis sorpsi air, tepung jagung, umur simpan

PENDAHULUAN

Jagung merupakan salah satu komoditas pertanian yang penting. Produksi jagung nasional pada tahun 2011 sebanyak 17.6 juta ton (BPS, 2011). Jagung dimanfaatkan sebagai bahan pangan atau pakan. Sebagian besar (85.84%) jagung digunakan sebagai pakan dan sebagian kecil (6.44%) jagung digunakan sebagai pangan (Departemen Perindustrian, 2007). Hal ini menunjukkan bahwa pemanfaatan jagung sebagai bahan pangan masih perlu ditingkatkan mengingat jagung sangat potensial sebagai sumber karbohidrat dan protein menggantikan beras.

Pemanfaatan jagung sebagai bahan baku industri pangan selama ini terutama dalam bentuk pati dan *grits*. Pati jagung banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan berbagai produk pangan diantaranya saus sambal/tomat, biskuit, sirup glukosa/fruktosa, dan lain-lain. *Grits* jagung banyak digunakan sebagai bahan baku produk makanan ringan

(*snack food*). Sugiyono *et al.* (2004) dan Supriadi *et al.* (2004) mengolah *grits* menjadi "beras jagung instan". Agustina (2008) membuat bubuk jagung instan dari *grits* jagung.

Penggunaan jagung dalam bentuk tepung relatif belum berkembang secara signifikan. Oleh karena itu, pemanfaatan tepung jagung sebagai bahan pangan merupakan tantangan yang menarik untuk dieksplorasi sehingga dapat meningkatkan nilai tambah jagung. Beberapa penelitian telah dilakukan dalam rangka memanfaatkan tepung jagung sebagai bahan baku berbagai produk pangan. Fitriani (2004) membuat mi jagung dari tepung jagung. Cynthia *et al.* (2009) memanfaatkan tepung jagung sebagai bahan baku dalam pembuatan biskuit. Sugiyono *et al.* (2010) memanfaatkan tepung jagung sebagai tepung penyalut (*batter*).

Penelitian ini bertujuan membuat produk *crackers* berbahan dasar tepung jagung dan menduga umur simpannya dengan menggunakan pendekatan kadar air kritis. Pembuatan *crackers* dengan memanfaatkan tepung jagung merupakan pengembangan produk baru (*corn crackers*) yang berbasis komoditas lokal. *Crackers* yang dimaksud adalah sejenis *rice crackers* atau opak. *Rice crackers* biasanya dibuat dari beras atau ketan

*Penulis Korespondensi:
E-mail: sugiyono@ipb.ac.id; Telp.: +62-251-8628253

(Putra, 2005). Dalam pembuatan *rice crackers* atau opak diperlukan tepung yang mengandung kadar amilopektin tinggi sehingga produknya mengembang. Tepung jagung memiliki kadar amilopektin tinggi (Cynthia *et al.* 2009) sehingga kemungkinan dapat diolah menjadi produk *crackers* atau opak.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi jagung varietas BPPT-IPB 1 (masih dalam tahap sertifikasi), tepung ketan, garam, gula, *baking powder*, dan minyak sawit.

Metode

Pada penelitian tahap awal dilakukan pembuatan tepung jagung. Pembuatan tepung jagung dilakukan melalui tahapan pemilihan jagung, perendaman, penirisan, pembuangan perikarp dan *tip cap*, pengecilan ukuran, pembuangan lembaga dan sisa perikarp (pencucian), penirisan, pengeringan oven 60°C, penepungan, pengeringan oven 60°C, dan pengayakan (120 mesh). Analisis sifat fisik tepung jagung meliputi rendemen dan sifat amilografi. Analisis komposisi kimia tepung jagung meliputi proksimat (AOAC, 1995), kadar serat kasar (AOAC, 1995), kadar pati (AOAC, 1995), dan kadar amilosa serta amilopektin (AOAC, 1995).

Pada penelitian utama dilakukan pembuatan *crackers* jagung dan pendugaan umur simpannya dengan menggunakan pendekatan kadar air kritis. Dalam pembuatan *crackers* jagung, dilakukan formulasi bahan dasar yaitu tepung jagung dan tepung ketan dengan perlakuan jumlah tepung jagung 50-100% dari total tepung yang digunakan (Tabel 1). Bahan-bahan lain yang diperlukan dalam pembuatan *crackers* jagung adalah gula, garam, air, *baking powder*, dan minyak sawit. Formulasi *crackers* jagung didasarkan pada Putra (2005) yang telah dimodifikasi seperti tertera pada Tabel 2.

Tabel 1. Formulasi tepung untuk *crackers* jagung

Formula	Tepung Jagung (%)	Tepung Ketan (%)
F1	50	50
F2	60	40
F3	70	30
F4	80	20
F5	90	10
F6	100	0

Tabel 2. Formula *crackers* jagung

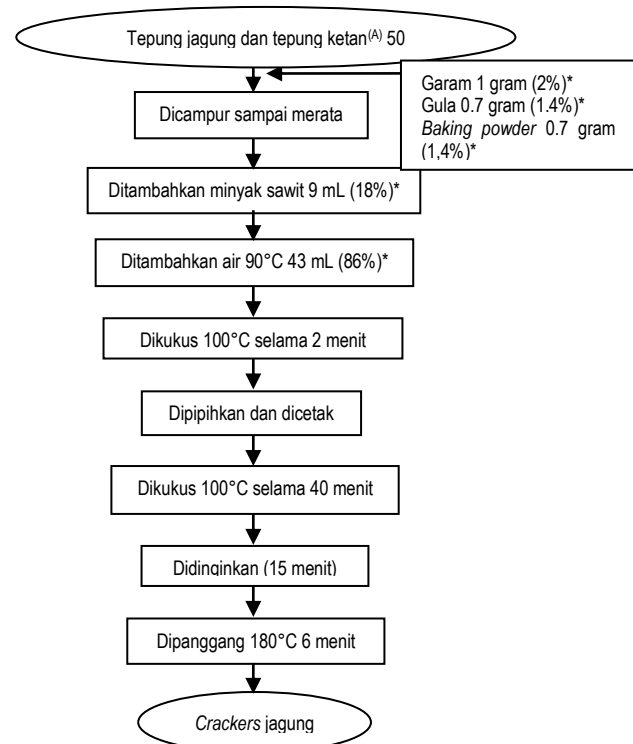
Komponen	Jumlah
Tepung*	50 gram
Gula	0.7 gram
Garam	1 gram
Air	43 mL
<i>Baking powder</i>	0.7 gram
Minyak sawit	9 mL

*Sesuai Tabel 1

Proses pembuatan *crackers* jagung melalui tahapan pencampuran bahan, gelatinisasi pertama, pembentukan lembaran, pencetakan, gelatinisasi kedua, pendinginan, dan pemanggang-

an (Gambar 1). Produk *crackers* jagung yang dihasilkan diuji secara organoleptik (*rating* hedonik) untuk menentukan formula terbaik. Pengujian dilakukan menggunakan 30 orang panelis semi terlatih terhadap parameter kerenyahan dan *overall*. Skala hedonik yang digunakan adalah sangat tidak suka (skala = 1) sampai sangat suka (skala = 5). Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap tingkat kesukaan panelis, maka dilakukan analisis ragam (ANOVA) terhadap data hasil uji organoleptik. Jika berdasarkan hasil ANOVA dinyatakan terdapat perbedaan nyata, maka dilanjutkan dengan uji Duncan.

Produk *crackers* jagung terbaik kemudian diukur kerenyahan dan kekerasannya. Selain itu dilakukan pengukuran rasio pengembangan, analisis kimia (proksimat, kadar serat kasar, kadar pati, kadar amilosa dan amilopektin) dan pendugaan umur simpan terhadap produk *crackers* jagung terbaik.



Keterangan:

^A: Perbandingan tepung jagung dan tepung ketan sesuai formulasi (Tabel 1)

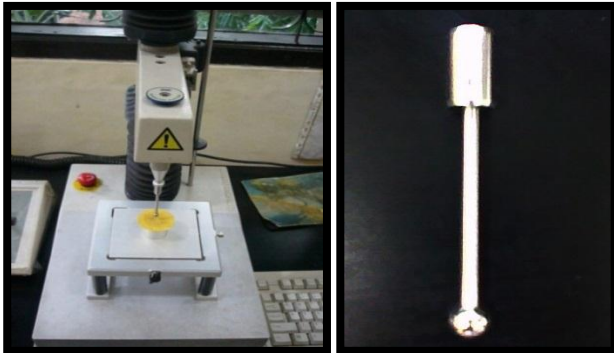
*: Persen dinyatakan terhadap jumlah tepung yang digunakan

Gambar 1. Diagram alir proses pembuatan *crackers* jagung (Modifikasi Putra, 2005)

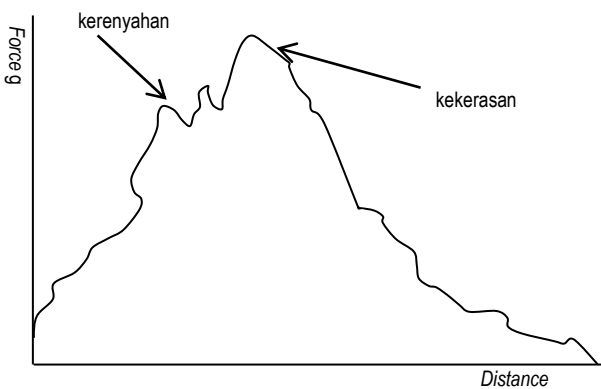
Pengukuran kerenyahan dan kekerasan *crackers* dilakukan dengan menggunakan *texture analyzer* XT-2i (Gambar 2) yang dinyatakan sebagai gaya tekan dalam satuan gf (*gram force*). *Probe* yang digunakan berbentuk bola (*spherical stainless probe P/0.25S*). Pengukuran dilakukan dengan kecepatan *probe* 1 mm/detik, jarak 5 mm, dan gaya tekan (*trigger force*) 100 g. Hasil pengukuran berupa grafik seperti pada Gambar 3.

Pendugaan umur simpan produk *crackers* jagung dilakukan dengan pendekatan kadar air kritis menggunakan kurva isotermsorpsi air. Tahapan pendugaan umur simpan adalah penentuan atribut utama dan kerusakan produk, pembuatan kurva isotermsorpsi air, penentuan kadar air kritis, penentuan model persamaan isotermsorpsi air dan uji ketepatan model,

serta perhitungan umur simpan produk menggunakan persamaan Labuza (1982).



Gambar 2. *Texture analyzer* XT-2i (kiri) dan *spherical probe* (kanan)



Gambar 3. Profil kerenyahan dan kekerasan hasil pengukuran *texture analyzer* XT-2i

Penentuan atribut utama dan kerusakan produk dilakukan melalui pengisian kuisioner oleh 30 panelis. Panelis diminta untuk mengurutkan empat atribut mutu yang telah ditentukan dengan menggunakan uji *ranking*. Keempat atribut mutu tersebut adalah warna, aroma, rasa, dan kerenyahan (tekstur). Atribut mutu yang memiliki nilai urutan paling kecil merupakan atribut utama. Selain itu, atribut utama kerusakan produk juga ditentukan melalui pengisian kuisioner. Panelis diminta memilih atribut yang paling penting dalam menentukan kerusakan produk.

Penentuan kurva isoterms sorpsi air diawali dengan pembuatan larutan garam jenuh dimana sejumlah garam ditimbang (Tabel 4) dan dimasukkan ke dalam desikator. Selanjutnya, ditambahkan sejumlah air (Tabel 4) sambil diaduk sehingga diperoleh larutan garam jenuh. Desikator kemudian ditutup dan dibiarkan selama 24 jam pada suhu 30°C. Sampel sebanyak kurang lebih 1–2 gram diletakkan pada cawan aluminium kosong yang telah diketahui beratnya. Cawan yang berisi sampel tersebut lalu diletakkan dalam desikator yang berisi larutan garam jenuh. Desikator kemudian disimpan dalam ruang dengan suhu 30°C. Sampel dalam cawan kemudian ditimbang bobotnya secara periodik setiap hari sampai diperoleh bobot konstan yang artinya kadar air kesetimbangan telah tercapai. Sampel yang telah mencapai bobot konstan lalu diukur kadar airnya dengan metode oven (AOAC, 1995) dan dinyatakan

dalam basis kering. Hal ini dilakukan untuk memperoleh data kadar air kesetimbangan yang diplotkan dengan nilai aktivitas air (a_w) sehingga dapat dibuat kurva isoterms sorpsi produk.

Tabel 4. Jenis garam dan air untuk preparasi larutan garam jenuh

Jenis Garam	Kelembaban Udara (%)	Jumlah	
		Garam (g)	Air (mL)
LiCl	11	60	30
MgCl ₂	32	60	8
KI	69	60	15
NaCl	75	60	25
KCl	84	60	25
BaCl ₂	90	60	20

*Sumber: Spiess dan Wolf (1987)

Penentuan kadar air kritis diawali dengan menyimpan produk pada suhu ruang selama 5 hari. Setiap hari dilakukan pengambilan sampel dan dilakukan pengukuran kadar air, kerenyahan (menggunakan *texture analyzer*) serta uji hedonik terhadap tekstur (skala 1-7). Hasil uji hedonik dibandingkan dengan hasil pengukuran kadar air sehingga didapatkan kurva hubungan antara kadar air produk selama penyimpanan dengan skor hedonik. Produk yang telah ditolak oleh panelis secara organoleptik (skor 3) ditetapkan telah mencapai kadar air kritisnya.

Penentuan model persamaan kurva isoterms sorpsi dari kadar air kesetimbangan dilakukan untuk mendapatkan bentuk kecenderungan hubungan antara a_w dan kadar air kesetimbangan yang lebih *reliable*. Dalam hal ini digunakan lima model persamaan yaitu persamaan Hasley, Chen-Clayton, Henderson, Caurie, dan Oswin. Model-model persamaan isoterms sorpsi air ini atau modifikasinya telah digunakan oleh banyak peneliti sebelumnya (Toğrul dan Arslan 2007; Ghodake *et al.* 2007; García-Pérez *et al.* 2008; Polatoğlu *et al.* 2011; Vishwakarma *et al.* 2011; Raji dan Ojedar, 2011). Model-model persamaan matematis yang digunakan dimodifikasi bentuknya dari persamaan non-linear menjadi persamaan linear untuk memudahkan perhitungan (Tabel 5).

Untuk menguji ketepatan model persamaan isoterms sorpsi digunakan *Mean Relative Determination* (MRD). Jika nilai MRD kurang dari 5, maka model isoterms sorpsi tersebut dapat menggambarkan keadaan yang sebenarnya atau sangat tepat. Jika nilai MRD antara 5 dan 10, maka model tersebut agak tepat menggambarkan keadaan yang sebenarnya. Jika nilai MRD lebih dari 10, maka model tersebut tidak tepat menggambarkan kondisi yang sebenarnya. Dari persamaan yang paling tepat, ditentukan nilai b (kemiringan kurva isoterms sorpsi yang diasumsikan linier antara M_i dan M_c) untuk dimasukkan dalam rumus umur simpan Labuza (1982). Rumus MRD adalah sebagai berikut:

$$MRD = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{M_i - M_{pi}}{M_i} \right|$$

Dimana : M_i = kadar air percobaan
 M_{pi} = kadar air hasil perhitungan
 n = jumlah data

Dalam perhitungan umur simpan, ditentukan nilai beberapa variabel untuk melengkapi persamaan umur simpan. Variabel tersebut adalah permeabilitas kemasan, berat kering produk per kemasan (Ws), luas kemasan (m²), serta tekanan uap air jenuh. Umur simpan produk kemudian dihitung dengan menggunakan persamaan Labuza (1982):

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

Dimana :

- t_s = waktu kadaluwarsa (hari)
- Me = kadar air keseimbangan produk (g H₂O/g bk)
- Mi = kadar air awal produk (g H₂O/g bk)
- Mc = kadar air kritis (g H₂O/g bk)
- b = kemiringan (slope) kurva isoteremis sorpsi pada daerah antara Mi dan Mc
- 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 air jenuh (mmHg)

Tabel 5. Bentuk linear model persamaan isoteremis sorpsi (Rahayu et al. 2005)

Model	Bentuk Linear	Nilai y= ax + b
Hasley	$\log [\ln(1/aw)] = \log P(1) - P(2) \log Me$	$y = \log [\ln(1/aw)]$ $x = \log Me$ $a = \log P(1)$ $b = - P(2)$
Chen-Clayton	$\ln [\ln(1/aw)] = \ln P(1) - P(2)$ Me	$y = \ln [\ln(1/aw)]$ $x = Me$ $a = \ln P(1)$ $b = - P(2)$
Henderson	$\log [\ln(1/(1 - a_w))] = \log K + n$ log Me	$y = \log [\ln(1/(1 - a_w))]$ $x = \log Me$ $a = \log K$ $b = n$
Caurie	$\ln Me = \ln P(1) - P(2) a_w$	$y = \ln Me$ $x = a_w$ $a = \ln P(1)$ $b = - P(2)$
Oswin	$\ln Me = \ln P(1) + P(2)$ $\ln[aw/(1 - aw)]$	$y = \ln Me$ $x = \ln[aw/(1 - aw)]$ $a = \ln P(1)$ $b = P(2)$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tepung jagung dan karakteristiknya

Pembuatan tepung jagung 120 mesh melalui proses penggilingan kering menghasilkan rendemen sebesar 30.8% (dari berat jagung pipil). Rendemen yang kecil ini disebabkan karena sebagian fraksi *grits* jagung terlalu kering dan keras sehingga sulit dihancurkan. Disamping itu, adanya kehilangan selama proses juga mengakibatkan rendahnya rendemen tepung jagung yang diperoleh. Hasil penelitian lain yang menggunakan ayakan 100 mesh menghasilkan rendemen tepung jagung lebih tinggi yaitu 54.4% (Fitriani, 2004) dan 50% (Cynthia et al. 2009).

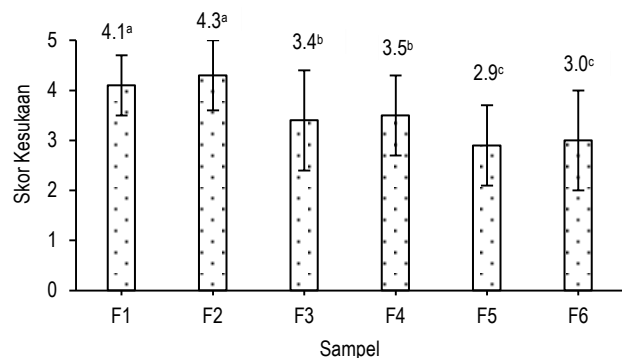
Hasil analisis amilografi menunjukkan bahwa tepung jagung memiliki suhu awal gelatinisasi 69°C, viskositas maksimum 725 BU, dan suhu puncak gelatinisasi 93.75°C. Hasil analisis kimia menunjukkan bahwa tepung jagung memiliki kadar air 7.45%.

Hal ini berarti kadar air tepung jagung memenuhi syarat mutu BSN, 1995 (SNI: 01-3727) yaitu maksimal 10%. Kadar abu tepung jagung 0.13%, sesuai SNI yaitu maksimal 1.5%. Kadar protein tepung jagung 6.67% dan kadar lemaknya 2.38%. Rendahnya kadar lemak pada tepung jagung disebabkan karena dilakukan proses pemisahan lembaga pada pembuatan tepung jagung, dimana terdapat kandungan lemak yang tinggi pada lembaga.

Kadar karbohidrat tepung jagung (*by difference*) 83.37% dan kadar serat kasarnya 0.88%. Kadar serat kasar pada tepung jagung masih sesuai dengan syarat mutu SNI yaitu maksimum 1.5%. Kadar pati, amilosa, dan amilopektin tepung jagung berturut-turut 59.39, 27.90, dan 31.49%.

Skor kesukaan produk *crackers* jagung

Produk *crackers* jagung yang dihasilkan diuji untuk menentukan produk terbaik. Dalam penentuan produk terbaik, dilakukan uji organoleptik terhadap atribut kerenyahan dan *overall* (penerimaan produk secara keseluruhan). Berdasarkan uji organoleptik, skor rata-rata kesukaan panelis terhadap kerenyahan *crackers* jagung berkisar antara 2.9-4.3 atau tidak suka hingga suka (Gambar 4).



Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata ($p > 0.05$)
 F1 = tepung jagung : tepung ketan (50:50)
 F2 = tepung jagung : tepung ketan (60:40)
 F3 = tepung jagung : tepung ketan (70:30)
 F4 = tepung jagung : tepung ketan (80:20)
 F5 = tepung jagung : tepung ketan (90:10)
 F6 = tepung jagung : tepung ketan (100:0)

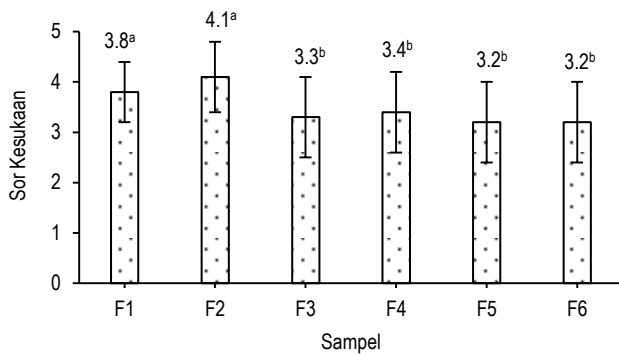
Gambar 4. Skor rata-rata kesukaan terhadap kerenyahan

Hasil ANOVA menunjukkan bahwa atribut kerenyahan mempunyai nilai signifikansi 0.000 ($p < 0.05$). Hal ini berarti bahwa perlakuan formulasi berpengaruh nyata terhadap skor kesukaan panelis terhadap kerenyahan sampel pada taraf nyata 5%. Oleh karena itu, dilakukan uji lanjut Duncan yang menyatakan bahwa sampel F1 (50:50) dan F2 (60:40) tidak berbeda nyata, tetapi berbeda dengan sampel lainnya. Sampel F1 dan F2 paling disukai oleh panelis dibandingkan sampel lainnya.

Tingkat kesukaan panelis terhadap atribut *overall* berkisar antara 3.2-4.1 atau netral sampai suka (Gambar 5). Hasil ANOVA menunjukkan bahwa perbedaan formulasi tepung jagung dan ketan yang digunakan pada pembuatan *crackers* berpengaruh nyata pada skor kesukaan panelis terhadap atribut

overall pada taraf nyata 5%. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa sampel F1 dan F2 tidak berbeda nyata, tetapi berbeda dengan sampel lainnya. Sampel F1 dan F2 paling disukai oleh panelis.

Dari hasil pengujian organoleptik terhadap kerenyahan dan overall menunjukkan bahwa sampel F1 dan F2 paling disukai oleh panelis. Penentuan produk *crackers* jagung terbaik didasarkan pada formula yang memiliki basis tepung jagung terbanyak yaitu sampel F2 (60:40).



Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata ($p > 0.05$)
 F1 = tepung jagung : tepung ketan (50:50)
 F2 = tepung jagung : tepung ketan (60:40)
 F3 = tepung jagung : tepung ketan (70:30)
 F4 = tepung jagung : tepung ketan (80:20)
 F5 = tepung jagung : tepung ketan (90:10)
 F6 = tepung jagung : tepung ketan (100:0)

Gambar 5. Skor rata-rata kesukaan terhadap overall

Kerenyahan dan kekerasan produk *crackers* jagung terpilih

Produk *crackers* memiliki ciri utama berupa teksturnya yang renyah. Disamping kerenyahan, kekerasan menjadi atribut yang penting untuk produk *crackers*. Kekerasan suatu produk menunjukkan besarnya gaya yang dibutuhkan untuk membuat produk mengalami pecah. Prinsip ini digunakan dalam pengukuran kekerasan yaitu besarnya gaya tekan yang diperlukan untuk memecahkan produk.

Uji obyektif atribut kerenyahan dan kekerasan dilakukan pada produk *crackers* jagung dan *rice crackers* komersial sebagai pembandingan. Nilai kerenyahan dan kekerasan *crackers* jagung dan *rice crackers* komersial dapat dilihat pada Tabel 6. Data pada tabel tersebut menunjukkan bahwa *crackers* jagung lebih mudah hancur akibat gaya tekan yang diberikan. Hal ini menandakan bahwa *crackers* jagung lebih renyah dan lebih lunak dibandingkan dengan *rice crackers* komersial. Kerenyahan dan kelunakan *crackers* jagung disebabkan karena salah satu bahan bakunya adalah tepung ketan yang mempunyai kandungan amilopektin tinggi. Amilopektin diketahui membuat produk bersifat renyah dan lunak.

Tabel 6. Nilai kerenyahan dan kekerasan *crackers* jagung dibandingkan *rice crackers* komersial

Parameter	<i>Crackers</i> Jagung	<i>Rice Crackers</i> Komersial
Kerenyahan (gf)	250.8±12.0	385.7±87.7
Kekerasan (gf)	384.7±40.6	1850.5±192.9

Rasio pengembangan produk *crackers* jagung terpilih

Penentuan nilai rasio pengembangan produk dilakukan dengan membandingkan diameter dan ketebalan adonan *crackers* jagung sebelum dipanggang dengan diameter dan ketebalan produk setelah dipanggang. Berdasarkan data yang diperoleh, rata-rata nilai derajat pengembangan produk adalah 11%. Nilai ini menunjukkan bahwa secara umum produk tidak terlalu mengembang. Hal ini disebabkan karena oven yang digunakan pada proses pemanggangan kurang memberikan panas secara cepat pada adonan.

Komposisi kimia produk *crackers* jagung terpilih

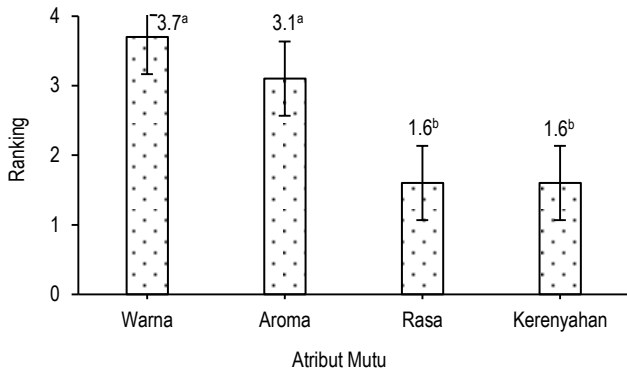
Produk *crackers* jagung mempunyai kadar air yang relatif rendah yaitu 4.67%. Kadar air pada produk *crackers* merupakan karakteristik kritis yang memengaruhi penerimaan konsumen karena kadar air ini menentukan kerenyahan *crackers*. Kandungan air yang tinggi membuat *crackers* tidak renyah sehingga kurang disukai. Jika dibandingkan dengan syarat mutu biskuit dimana kadar airnya maksimal 5% sesuai BSN, 1992 (SNI 01-2973), maka kadar air *crackers* jagung masih memenuhi syarat. Kadar air yang rendah memungkinkan aktivitas mikroba terhambat sehingga *crackers* memiliki umur simpan relatif lama.

Kadar protein, kadar lemak dan kadar abu produk *crackers* jagung masing-masing adalah 5.36, 7.46 dan 1.90%. Hasil perhitungan (*by difference*) menunjukkan kadar karbohidrat *crackers* jagung adalah 80.61%. Komponen karbohidrat yang banyak terdapat pada produk *crackers* jagung adalah pati. *Crackers* jagung mengandung kadar pati 58.98%. Tingginya kadar pati pada *crackers* jagung disebabkan karena bahan baku utama berupa tepung jagung dan tepung ketan. Kadar amilosa dan kadar amilopektin *crackers* jagung masing-masing adalah 16.98 dan 42.00%. Kadar serat kasar *crackers* jagung adalah 1.50%.

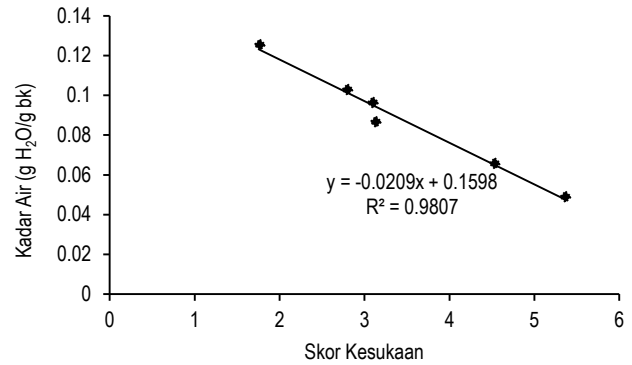
Atribut utama dan kerusakan

Hasil uji statistik dengan *Friedman Test* menunjukkan bahwa atribut rasa dan kerenyahan merupakan atribut utama produk *crackers* jagung (memiliki skor *ranking* terendah). Nilai *Asymp. Sig* (0.000) lebih kecil dari taraf signifikansi yang digunakan (0.05) yang berarti atribut mutu produk berbeda nyata pada taraf 5%. Uji *LSD rank* (*Least Significant Difference*) yang dilakukan sebagai uji lanjutan menunjukkan bahwa atribut rasa dan kerenyahan tidak berbeda pada taraf 5%. Oleh karena itu, atribut kerenyahan dan rasa merupakan atribut utama produk *crackers* jagung. Hasil uji dapat dilihat pada Gambar 6.

Penentuan atribut kerusakan produk dilakukan dengan meminta panelis untuk memilih salah satu atribut yang paling menentukan kerusakan mutu *crackers* secara umum sehingga produk tersebut ditolak oleh konsumen. Hasil kuisioner menunjukkan bahwa atribut tekstur merupakan penyebab kerusakan produk *crackers*. Sebanyak 27 panelis dari 30 panelis menyatakan bahwa atribut tekstur merupakan atribut kerusakan produk *crackers* jagung.



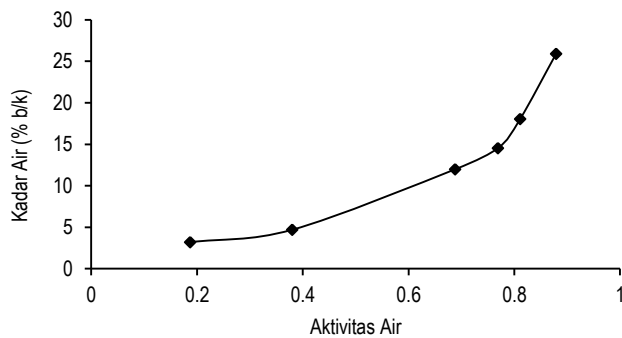
Gambar 6. Skor *ranking* atribut *crackers* jagung berdasarkan hasil kuisioner



Gambar 8. Penentuan kadar air kritis *crackers* jagung melalui uji hedonik

Kadar air kesetimbangan dan kurva isotermis sorpsi

Hasil analisis kadar air kesetimbangan digunakan untuk membuat kurva isotermis sorpsi. Kurva isotermis sorpsi merupakan hubungan kadar air kesetimbangan dengan a_w (Gambar 7). Kurva isotermis sorpsi produk *crackers* jagung berbentuk sigmoid seperti halnya bentuk kurva isotermis sorpsi bahan pangan pada umumnya (Spiess dan Wolf, 1987).



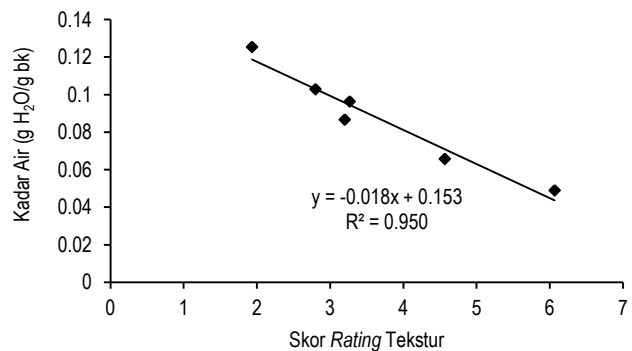
Gambar 7. Kurva isotermis sorpsi produk *crackers* jagung

Kadar air kritis

Kadar air sangat menentukan mutu produk kering (Mazumder *et al.* 2007; Rahman *et al.* 2009). Kadar air pada saat produk tidak dapat diterima mutunya disebut kadar air kritis. Kadar air kritis produk pangan umumnya dinyatakan dalam basis berat kering (bk) dan nilainya berbeda untuk masing-masing produk pangan. Pada penelitian ini, penentuan kadar air kritis dilakukan melalui uji hedonik dan uji *rating* tekstur terhadap produk *crackers* jagung.

Pada penentuan dengan uji hedonik, kadar air kritis *crackers* jagung ditentukan pada saat kerenyahan *crackers* tidak dapat diterima oleh panelis yaitu pada saat kesukaan panelis berada pada taraf agak tidak suka (skor 3). Penentuan kadar air kritis *crackers* jagung didasarkan pada bentuk linier kurva hubungan kadar air *crackers* jagung dengan skor kesukaan panelis seperti yang terlihat pada Gambar 8. Kadar air kritis *crackers* yang diperoleh melalui uji hedonik adalah 0.0990 g H₂O/g bk.

Kadar air kritis *crackers* jagung juga dapat ditentukan pada saat kerenyahan *crackers* tidak dapat diterima oleh panelis. Kondisi tersebut ditetapkan pada saat skor *rating* 3 (agak tidak renyah). Penentuan kadar air kritis *crackers* jagung didasarkan pada bentuk linier kurva hubungan kadar air *crackers* jagung dengan skor *rating* kerenyahan seperti yang terlihat pada Gambar 9. Kadar air kritis *crackers* jagung yang diperoleh melalui uji *rating* tekstur adalah 0.0990 g H₂O/g bk.



Gambar 9. Penentuan kadar air kritis *crackers* melalui uji *rating* tekstur

Kadar air kritis produk *crackers* jagung berdasarkan uji hedonik dan uji *rating* tekstur mempunyai nilai yang sama yaitu 9.9% (bk). Beberapa penelitian sebelumnya telah melaporkan kadar air kritis produk pangan yang berbeda, antara lain tepung penyalut 16% bk (Sugiyono *et al.* 2010), biskuit adonan lunak 6.41% bk, biskuit adonan keras 6.88% bk (Kusnandar *et al.* 2010), beras ubi 11.68% bk (Widowati *et al.* 2010), tortilla 6.68% bk (Budijanto *et al.* 2010), mi kering ubi jalar 10.10% bk (Sugiyono *et al.* 2011), dan bubuk putih telur ayam 12% bk (Rao dan Labuza, 2012).

Model isotermis sorpsi

Model persamaan matematis yang digunakan adalah model Hasley, Chen-Clayton, Henderson, Caurie, dan Oswin. Model-model persamaan matematis yang digunakan dimodifikasi bentuknya dari persamaan non linear menjadi persamaan linear sehingga dapat ditentukan nilai-nilai tetapanannya dengan menggunakan metode kuadrat terkecil untuk mempermudah perhitungan. Model persamaan kurva isotermis sorpsi produk *crackers* jagung dapat dilihat pada Tabel 7.

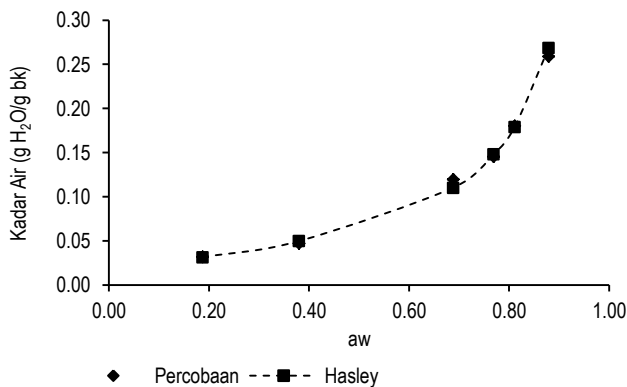
Tabel 7. Persamaan kurva isoterms sorpsi produk *crackers* jagung

Model	Persamaan
Hasley	$\log(\ln(1/a_w)) = -1.572 - 1.195 \log Me$
Chen-Clayton	$\ln(\ln(1/a_w)) = 0.535 - 11.05 Me$
Henderson	$\log(\ln(1/(1 - a_w))) = 1.026 + 1.080 \log Me$
Caurie	$\ln Me = -4.085 + 2.934 a_w$
Oswin	$\ln Me = -2.626 + 0.618 \ln(a_w/(1 - a_w))$

Perbandingan kurva isoterms sorpsi hasil percobaan dengan model-model isoterms sorpsi yang dipilih memperlihatkan bahwa beberapa model isoterms sorpsi dapat menggambarkan keseluruhan kurva isoterms sorpsi hasil percobaan dengan tepat, agak tepat, dan kurang tepat. Semakin berhimpit antara kurva isoterms sorpsi percobaan dengan kurva isoterms model-model persamaan, maka kurva tersebut menggambarkan fenomena isoterms sorpsi semakin tepat (gambar tidak ditunjukkan). Hal ini diperkuat dengan hasil perhitungan nilai MRD (*Mean Relative Determination*) yang merupakan ukuran ketepatan antara kadar air kesetimbangan hasil perhitungan berdasarkan model dengan kadar air kesetimbangan hasil percobaan. Hasil perhitungan MRD pada Tabel 8 menunjukkan bahwa model Hasley adalah model yang paling tepat menggambarkan keseluruhan kurva isoterms sorpsi untuk produk *crackers* jagung hasil penelitian ini dengan nilai MRD terkecil yaitu 3.6980. Kurva isoterms sorpsi dari model persamaan Hasley yang dibandingkan dengan kurva isoterms sorpsi hasil percobaan dapat dilihat pada Gambar 10.

Tabel 8. Hasil perhitungan nilai MRD model-model persamaan

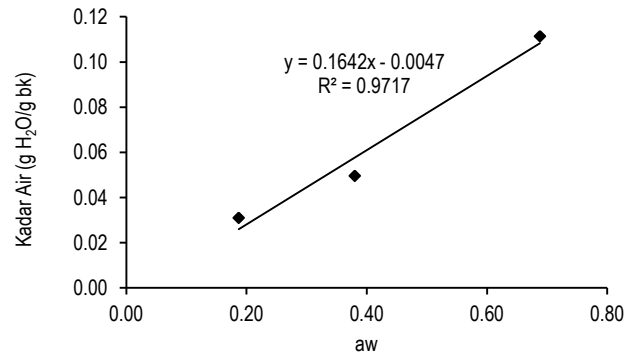
Model Persamaan	MRD
Hasley	3.6980
Chen-Clayton	25.0833
Henderson	11.7411
Caurie	8.2277
Oswin	5.8480



Gambar 10. Perbandingan kurva isoterms sorpsi hasil percobaan dengan model Hasley

Menurut Labuza (1982), daerah linier untuk menentukan nilai kemiringan (*slope*) kurva isoterms sorpsi diambil antara daerah kadar air awal (M_i) dan kadar air kritis (M_c). Oleh karena itu, penentuan nilai kemiringan (b) didasarkan pada kisaran a_w 0.187-0.688 dengan menggunakan model persamaan yang tepat yaitu model Hasley. Hasil regresi linear pada kurva

isoterms sorpsi menghasilkan persamaan garis $y = 0.164x - 0.004$ ($R^2 = 0.97$), dimana y adalah kadar air kesetimbangan ($\text{g H}_2\text{O/g bk}$) dan x adalah nilai a_w . Dari hasil regresi linier kurva isoterms sorpsi model Hasley, diperoleh nilai b (nilai kemiringan kurva/*slope*) sebesar 0.164. Kurva penentuan nilai b dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Penentuan nilai kemiringan (*slope*) kurva isoterms sorpsi model Hasley

Perhitungan umur simpan *crackers* jagung

Perhitungan umur simpan produk didasarkan pada pergerakan kadar air produk mencapai kadar air kritis. Pergerakan kadar air produk mencapai kadar air kritis mengikuti kurva isoterms sorpsi. Oleh karena itu, perhitungan umur simpan produk yang didasarkan pada kadar air kritis umumnya menggunakan kurva isoterms sorpsi seperti yang dilakukan oleh Debnath *et al.* (2002), Risbo (2003), Hayati *et al.* (2004), Siripatrawan dan Jantawat (2008), Roca *et al.* (2008), Sianipar *et al.* (2008), Sugiyono *et al.* (2010), Kusnandar *et al.* (2010), Widowati *et al.* (2010), Budijanto *et al.* (2010), Kulchan *et al.* (2010), Sugiyono *et al.* (2011), Escobedo-Avellaneda *et al.* (2012), Rao dan Labuza (2012), serta Jena dan Das (2012).

Pada perhitungan umur simpan produk, diperlukan data tambahan berupa berat kering produk per kemasan, permeabilitas kemasan, ukuran kemasan, dan tekanan uap air jenuh. Berat kering produk per kemasan merupakan berat awal *crackers* yang telah dikoreksi dengan kadar air awal (4.90% b/k). Berat kering per kemasan (W_s) *crackers* adalah 45.70 gram. Kemasan yang digunakan untuk menyimpan *crackers* adalah *metallized plastic*. Data permeabilitas kemasan merupakan data sekunder, dimana nilai permeabilitas kemasan *metallized plastic* yang digunakan adalah 0.0136 $\text{g/m}^2 \cdot \text{hari} \cdot \text{mmHg}$ (Fitria, 2007). Kemasan yang digunakan mempunyai ukuran $18 \times 11 \times 2 \text{ cm}^2$ atau sebesar 0.0396 m^2 . Tekanan uap air jenuh pada suhu penyimpanan 30°C adalah sebesar 31.8240 mmHg. Umur simpan *crackers* jagung ditentukan pada kondisi kelembaban udara 75 dan 85%. Kadar air kritis produk *crackers* jagung adalah 0.0990 $\text{g H}_2\text{O/g bk}$. Berdasarkan hasil perhitungan, umur simpan produk *crackers* jagung yang disimpan pada suhu 30°C menggunakan kemasan *metallized plastic* pada kelembaban udara 75% adalah 366 hari. Jika produk *crackers* jagung disimpan pada kelembaban udara 85%, umur simpan produk menjadi 150 hari.

Beberapa penelitian telah melaporkan hasil perhitungan umur simpan produk pangan dengan menggunakan metode

isotermis sorpsi. Umur simpan produk campuran bumbu kering 423 hari (Sianipar *et al.* 2008), tepung penyalut 209 hari (Sugiyono *et al.* 2010), biskuit adonan lunak 296 hari, biskuit adonan keras 306 hari (Kusnandar *et al.* 2010), beras ubi 127 hari (Widowati *et al.* 2010), tortilla 56 hari (Budijanto *et al.* 2010), mi kering ubi jalar 209 hari (Sugiyono *et al.* 2011), irisan bawang merah 86 hari dan irisan buncis 73 hari (Escobedo-Avellaneda *et al.* 2012).

KESIMPULAN

Penelitian ini telah menunjukkan bahwa produk *crackers* dapat dibuat dari campuran tepung jagung dan tepung ketan. Produk terbaik dihasilkan dari campuran tepung jagung 60% dan tepung ketan 40%. Produk *crackers* jagung mempunyai rasio pengembangan 11%, nilai kerenyahan 250.8 gf, serta nilai kekerasan 384.7 gf. Produk *crackers* jagung yang dihasilkan mempunyai kerenyahan dan kekerasan yang lebih baik dibandingkan dengan *rice crackers* komersial. Kurva isotermis sorpsi *crackers* jagung dapat digambarkan dengan tepat menggunakan model Hasley. Dengan menggunakan pendekatan kadar air kritis, produk *crackers* jagung yang dikemas dengan *metallized plastic* dan disimpan pada kelembaban udara 75% mempunyai umur simpan 366 hari. Jika produk *crackers* jagung disimpan pada kelembaban udara 85%, maka umur simpan produk menjadi 150 hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT).

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina F. 2008. Kajian Formulasi dan Isotermis Sorpsi Air Bubur Jagung Instan. [Tesis]. Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 1995. Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 1992. SNI No. 01-2973-1992. Syarat Mutu Biskuit. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 1995. SNI No. 01-3727-1995. Syarat Mutu Tepung Jagung. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2011. Tabel luas panen-produktivitas-produksi tanaman jagung seluruh provinsi. http://www.bps.go.id/tnmn_pgn.php?adodb_next_page=3&eng=0&pgn=2&prov=99&thn1=2009&thn2=2012&luas=1&produktivitas=1&produksi=1. [15 Mei 2012].
- Budijanto S, Sitanggang AB, Kartika YD. 2010. Penentuan umur simpan tortilla dengan metode akselerasi berdasarkan kadar air kritis serta pemodelan ketepatan isotherminya. J Teknol dan Industri Pangan 21: 165-170.
- Cynthia G, Sugiyono, Haryanto B. 2009. Kajian formulasi biskuit jagung dalam rangka substitusi tepung terigu. J Teknol dan Industri Pangan 20: 32-40.
- Debnath S, Hemavathy J, Bhat KK. 2002. Moisture sorption studies on onion powder. Food Chem 78: 479-482. DOI: 10.1016/S0308-8146(02)00161-9.
- Departemen Perindustrian. 2007. Kebijakan Nasional Program Pengembangan Industri Pengolahan Berbasis Jagung. Jakarta: Direktorat Jenderal Industri Agro dan Kimia.
- Escobedo-Avellaneda Z, Velazquez G, Torres JA, Welte-Chanes J. 2012. Inclusion of the variability of model parameters on shelf-life estimations for low and intermediate moisture vegetables. LWT-Food Sci Technol 47: 364-370. DOI: 10.1016/j.lwt.2012.01.032.
- Fitria M. 2007. Pendugaan Umur Simpan Produk Biskuit dengan Metode Akselerasi Berdasarkan Pendekatan Kadar Air Kritis. [Skripsi]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Fitriani D. 2004. Kajian pengembangan Produk, Mikrostruktur dan Analisis Daya Simpan Mie Jagung Instan. [Tesis]. Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- García-Pérez JV, Cárcel JA, Clemente G, Mulet A. 2008. Water sorption isotherms for lemon peel at different temperatures and isosteric heats. LWT-Food Sci Technol 41: 18-25. DOI: 10.1016/j.lwt.2007.02.010.
- Ghodake HM, Goswami TK, Chakraverty A. 2007. Moisture sorption isotherms, heat of sorption and vaporization of withered leaves, black and green tea. J Food Eng 78: 827-835. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2005.11.023.
- Hayati R, Abdullah A, Ayob MK, Soekarto ST. 2004. Isotermis sorpsi air dan analisis umur simpan tongkol (*Euthynnus affinis*) kering dari Aceh. J Teknol dan Industri Pangan 15: 207-213.
- Jena S, Das H. 2012. Shelf life prediction of aluminum foil laminated polyethylene packed vacuum dried coconut milk powder. J Food Eng 108: 135-142. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2011.06.036.
- Kulchan R, Boonsupthip W, Suppakul P. 2010. Shelflife prediction of packaged cassava-flour-based baked product by using empirical models and activation energy for water vapor permeability of polyolefin films. J Food Eng 100: 461-467. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2010.04.031.
- Kusnandar F, Adawiyah DR, Fitria M. 2010. Pendugaan umur simpan produk biskuit dengan metode akselerasi berdasarkan pendekatan kadar air kritis. J Teknol dan Industri Pangan 21: 117-122.
- Labuza TP. 1982. Shelf Life Dating of Foods. Food and Nutrition Press Inc., Westport, Connecticut.
- Mazumder P, Roopa BS, Bhattacharya S. 2007. Textural attributes of a model snack food at different moisture contents. J Food Eng 79: 511-516. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2006.02.011.

- Polatoğlu B, Beşe AV, Kaya M, Aktaş N. 2011. Moisture adsorption isotherms and thermodynamics properties of sucuk (Turkish dry-fermented sausage). *Food Bioprod Process* 89: 449–456. DOI: 10.1016/j.fbp.2010.06.003.
- Putra GA. 2005. Pengaruh Cara Pengeringan dan Cara Pemanggangan terhadap Mutu Produk Opak Tepung Ketan Komersial (*glutinous rice crackers*). [Skripsi]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Rahayu WP, Arpah M, Erika D. 2005. Penentuan waktu kadaluarsa dan model sorpsi isoteremis biji dan bubuk lada hitam (*Piper nigrum* L.). *J Teknol dan Industri Pangan* 16: 31-37.
- Rahman MS, Al-Belushi RM, Guizani N, Al-Saidi GS, Soussi B. 2009. Fat oxidation in freeze-dried grouper during storage at different temperatures and moisture contents. *Food Chem* 114: 1257–1264. DOI: 10.1016/j.foodchem.2008.11.002.
- Raji AO, Ojediran JO. 2011. Moisture sorption isotherms of two varieties of millet. *Food Bioprod Process* 89: 178–184. DOI: 10.1016/j.fbp.2010.06.001.
- Rao Q, Labuza TP. 2012. Effect of moisture content on selected physicochemical properties of two commercial hen egg white powders. *Food Chem* 132: 373–384. DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.10.107.
- Risbo J. 2003. The dynamics of moisture migration in packaged multi-component food systems I: shelf life predictions for a cereal–raisin system. *J Food Eng* 58: 239–246. DOI: 10.1016/S0260-8774(02)00373-4.
- Roca E, Broyart B, Guillard V, Guilbert S, Gontard N. 2008. Predicting moisture transfer and shelf-life of multidomain food products. *J Food Eng* 86: 74–83. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2007.09.012.
- Sianipar D, Sugiyono, Syarif R. 2008. Kajian formulasi bumbu instan binthe biluhuta, karakteristik hidrasi dan pendugaan umur simpannya dengan menggunakan metode pendekatan kadar air kritis. *J Teknol dan Industri Pangan* 19: 32-39.
- Siripatrawan U, Jantawat P. 2008. A novel method for shelflife prediction of a packaged moisture sensitive snack using multilayer perceptron neural network. *Expert Syst Appl* 34: 1562–1567. DOI: 10.1016/j.eswa.2007.01.008.
- Spiess WEL, Wolf W. 1987. Critical Evaluation of Methods to Determine Moisture Sorption Isotherm. Di dalam *Water Activity: Theory and Application to Food*. Marcell Dekker Inc., New York.
- Sugiyono, Setiawan E, Syamsir E, Sumekar H. 2011. Pengembangan produk mi kering dari tepung ubi jalar (*Ipomoea batatas*) dan penentuan umur simpannya dengan metode isotherm sorpsi. *J Teknol dan Industri Pangan* 22: 164-170.
- Sugiyono, Fransisca, Yulianto A. 2010. Formulasi tepung penyalut berbasis tepung jagung dan penentuan umur simpannya dengan pendekatan kadar air kritis. *J Teknol dan Industri Pangan* 21: 95-101.
- Sugiyono, Soekarto ST, Hariyadi P, Supriadi A. 2004. Kajian optimasi teknologi pengolahan beras jagung instan. *J Teknol dan Industri Pangan* 15: 119-128.
- Supriadi A, Sugiyono, Soekarto ST, Hariyadi P. 2004. Kajian isotherm sorpsi air dan umur simpan beras jagung instan. *Forum Pascasarjana* 27: 221-230.
- Toğrul H, Arslan N. 2007. Moisture sorption isotherms and thermodynamic properties of walnut kernels. *J Stored Prod Res* 43: 252–264. DOI: 10.1016/j.jspr.2006.06.006.
- Vishwakarma RK, Shivhare US, Nanda SK. 2011. Moisture adsorption isotherms of guar (*Cyamopsis tetragonoloba*) grain and guar gum splits. *LWT-Food Sci Technol* 44: 969–975. DOI: 10.1016/j.lwt.2010.09.002.
- Widowati S, Herawati H, Syarif R, Suyatma NE, Prasetia HA. 2010. Pengaruh isotherm sorpsi air terhadap stabilitas beras ubi. *J Teknol dan Industri Pangan* 21: 123-128.