

FORMULASI TEPUNG PENYALUT BERBASIS TEPUNG JAGUNG DAN PENENTUAN UMUR SIMPANNYA DENGAN PENDEKATAN KADAR AIR KRITIS

[Formulation of Corn Flour-Based Batter and Prediction of Its Shelf Life using Critical Moisture Approach]

Sugiyono^{1)*}, Fransisca¹⁾, dan Aton Yulianto²⁾

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

²⁾ Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)

Diterima 08 April 2010 / Disetujui 10 Desember 2010

ABSTRACT

The objectives of this study were to obtain the best formula for corn flour-based batter and to predict its shelf life using critical moisture approach. According to a hedonic test, the best batter formula was composed of 60% corn flour, 12.5% rice flour, 12.5% tapioca starch, and 15% glutinous rice flour. Addition of glutinous rice flour in the formula changed the proportion of amylose and amylopectin in the batter. As a result, the retrogradation of the batter decreased and the texture of its fried product was preferred. A critical moisture approach was used to predict the shelf life of the batter. The critical moisture content of the batter was 0.16 g H₂O/g solid. The isotherm sorption phenomenon of the batter was best described using Hasley model. The shelf life of the product was 7 months when packaged in polypropylene (0,07 g/m²day.mmHg) at 85% RH.

Key words: corn flour, batter, shelf life, critical moisture

PENDAHULUAN

Tepung penyalut (batter) banyak digunakan pada produk gorengan, antara lain pisang goreng, tempe goreng, dan ayam goreng. Selama ini tepung penyalut umumnya dibuat dari bahan utama terigu. Menurut data Asosiasi Produsen Terigu Indonesia (Aptindo), pada tahun 2003 penggunaan terigu untuk bahan baku produk gorengan adalah sebesar 5% dari konsumsi terigu nasional (Hardinsyah dan Amalia, 2007). Konsumsi terigu nasional berkisar antara 3,5 juta ton hingga 4 juta ton per tahun (Anonim^a, 2009) atau setara dengan impor gandum sebesar 5 juta ton per tahun. Total impor ini terus meningkat setiap tahunnya rata-rata 4-6 persen (Anonim^b, 2009).

Banyak jenis bahan pangan sumber karbohidrat lokal yang dapat dimanfaatkan untuk menggantikan terigu, salah satunya adalah jagung. Produksi jagung di Indonesia pada tahun 2009 mencapai 17,6 juta ton (BPS, 2009). Produksi jagung tersebut dihasilkan dari areal panen seluas 4,16 juta hektar.

Penggantian terigu pada produk gorengan dengan tepung jagung diharapkan dapat mengurangi penggunaan terigu dan meningkatkan pemanfaatan komoditas lokal. Namun berdasarkan hasil *trial and error*, penggunaan 100% tepung jagung sebagai penyalut produk gorengan menghasilkan tekstur yang keras setelah produk mengalami pendinginan. Hal inilah yang mendasari dilakukannya formulasi pembuatan tepung penyalut dari tepung jagung yang memiliki tekstur yang renyah dan tidak keras setelah mengalami pendinginan.

Sebagai produk baru, tepung penyalut berbasis tepung jagung perlu diketahui umur simpannya. Produk tepung cenderung menyerap uap air dari udara dan mengalami kerusakan akibat peningkatan kadar air. Penelitian ini bertujuan

untuk menentukan formula yang tepat untuk membuat tepung penyalut dari tepung jagung dan menentukan umur simpannya dengan menggunakan pendekatan kadar air kritis.

METODOLOGI

Bahan dan alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah jagung varietas BPPT-IPB 1, tapioka, tepung beras, tepung ketan, soda kue, lada bubuk, bawang merah bubuk, bawang putih bubuk, ketumbar bubuk, garam, dan minyak goreng. Bahan kimia yang diperlukan untuk analisis antara lain heksana, HCl 1 N, NaOH 1 N, K₂SO₄, HgO, H₂SO₄ pekat, NaOH-Na₂S₂O₃ pekat, H₃BO₃, HCl 0,02 N, dan bahan kimia lainnya.

Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini antara lain ayakan 120 mesh, penggorengan, termometer, *polisher* (pengupas kulit ari), *disc mill* dan Brabender amylograph. Alat yang dibutuhkan untuk analisis adalah alat ekstraksi Soxhlet, a_w-meter, neraca analitik, labu Kjeldahl 100 ml dan alat-alat gelas lain.

Persiapan bahan

Pada tahap persiapan bahan dilakukan pembuatan tepung jagung 120 mesh. Tepung jagung dianalisa proksimat (AOAC, 1995), kadar pati (Sudarmadji *et al.*, 1997), kadar amilosa, kadar amilopektin dan serat kasar (Apriyantono *et al.*, 1989).

Formulasi tepung penyalut

Formula tepung penyalut dapat dilihat pada Tabel 1. Pada tepung penyalut ditambah bumbu-bumbu berupa bawang putih bubuk 3%, bawang merah bubuk 0,5%, merica bubuk 1%, ketumbar bubuk 1%, garam 4%, MSG 1% dan soda kue 0,2%.

*Korespondensi penulis :

E-mail : ssugiyono@yahoo.com.au

Tabel 1 Formula tepung penyalut per 100 gram tepung

Formula	Tepung jagung (g)	Tapioka (g)	Tepung beras (g)	Tepung ketan (g)	Air (ml)
1	70	12,5	12,5	5	185
2	70	10	10	10	190
3	70	7,5	7,5	15	195
4	60	17,5	17,5	5	170
5	60	15	15	10	175
6	60	12,5	12,5	15	180
7	50	22,5	22,5	5	155
8	50	20	20	10	160
9	50	17,5	17,5	15	165
10	40	27,5	27,5	5	140
11	40	25	25	10	145
12	40	22,5	22,5	15	150

Tepung penyalut kemudian diaplikasikan pada tempe goreng. Tempe goreng diuji secara organoleptik untuk mendapatkan formula tepung penyalut terbaik. Uji organoleptik yang dilakukan adalah uji rating hedonik terhadap parameter kerenyahan, penampakan dan overall. Skor hedonik yang digunakan adalah 1 (sangat tidak suka) sampai 5 (sangat suka). Uji ini dilakukan menggunakan 25 orang panelis. Berdasarkan hasil uji organoleptik, dipilih satu formula tepung penyalut terbaik untuk ditentukan umur simpannya.

Penentuan umur simpan

Penentuan kadar air kritis (Spiess dan Wolf, 1987)

Sampel tepung penyalut terpilih ditimbang sebanyak ± 3 gram dalam cawan aluminium. Sampel disimpan di dalam chamber yang berisi larutan K₂SO₄ jenuh (RH 97,1%) pada suhu 30°C, kemudian dilakukan uji rating hedonik terhadap penggumpalan atau daya mawur dari sampel tersebut setiap 6 jam selama 24 jam.

Uji rating hedonik pada penentuan kadar air kritis ini menggunakan tujuh skala dari sangat tidak suka (1) sampai sangat suka (7). Tepung dikatakan telah mencapai kadar air kritisnya apabila rata-rata penilaian panelis mencapai angka 3 (agak tidak suka).

Penentuan kadar air kesetimbangan dan kurva isoterm sorpsi air

Sampel sebanyak 5 gram dimasukkan ke dalam cawan aluminium kemudian disimpan dalam desikator yang berisi larutan garam jenuh (Tabel 2), kemudian diletakkan dalam inkubator dengan suhu 30°C.

Selama penyimpanan dilakukan penimbangan berat sampel setiap hari sampai tercapai berat konstan atau setimbang yang ditandai dengan selisih antara 3 penimbangan berturut-turut ≤ 2mg/g untuk sampel yang disimpan pada RH di bawah 90% dan ≤ 10 mg/g untuk sampel yang disimpan pada RH di atas 90% (Lievonon dan Ross, 2002 diacu dalam Adawiyah, 2006). Sampel yang telah mencapai berat konstan diukur kadar airnya dengan menggunakan metode oven (AOAC, 1995) dan dinyatakan dalam basis kering. Kurva isoterm sorpsi air dibuat dengan cara memplotkan kadar air kesetimbangan sebagai

ordinat terhadap aktivitas air (a_w) sebagai basis pada suhu yang konstan.

Tabel 2 Jenis dan RH larutan garam jenuh yang digunakan

Jenis garam	RH larutan garam jenuh (%)
LiCl	11,3
MgCl ₂	32,4
K ₂ CO ₃	43,2
NaBr	56,0
NaCl	75,1
KCl	83,6
BaCl ₂	89,7
K ₂ SO ₄	97,1

Sumber : Spiess and Wolf (1987)

Penentuan model isoterm sorpsi air dan uji ketepatan model (Isse et al., 1983)

Kurva isoterm sorpsi air yang dihasilkan dibuat dalam bentuk model Hasley, Chen-Clayton, Henderson, Oswin dan Caurie. Uji ketepatan model atau MRD (*Mean Relative Determination*) dilakukan untuk menguji ketepatan persamaan isoterm sorpsi air. 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 hasil percobaan
 m_{pi} = kadar air hasil perhitungan
 n = jumlah data

Jika nilai MRD<5 maka model isoterm sorpsi air itu dapat menggambarkan keadaan yang sebenarnya. Jika 5<MRD<10, maka model tersebut agak tepat dan jika MRD>10 maka model tersebut tidak tepat untuk menggambarkan isoterm sorpsi air yang sebenarnya.

Penentuan kemiringan (slope) kurva

Penentuan kemiringan kurva (*slope*) atau nilai b dilakukan dengan membuat regresi linear dari titik kadar air awal sampai titik kadar air kritis pada kurva model isoterm sorpsi air yang terpilih.

Pendugaan umur simpan

Umur simpan produk dihitung dengan menggunakan persamaan Labuza (1982):

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

dimana :
 t = umur simpan (hari)
 Me = kadar air kesetimbangan produk (%bk)
 Mi = kadar air awal produk (%bk)
 Mc = kadar air kritis produk (%bk)
 k/x = konstanta permeabilitas uap air kemasan (g/m².hari.mmHg)
 A = luas permukaan kemasan (m²)
 Ws = berat kering produk dalam kemasan (g)
 b = kemiringan (*slope*) kurva isoterm sorpsi air
 Po = tekanan uap jenuh (mmHg)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik tepung jagung

Tepung jagung yang digunakan memiliki kadar air 7,45 %bb, kadar abu 0,13% dan kadar serat kasar 0,88%. Nilai-nilai tersebut memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam SNI 01-3727-1995 (BSN, 1995) tentang tepung jagung yaitu kadar air maksimum 10 %bb, kadar abu maksimum 1,5%, dan kadar serat kasar maksimum 1,5%.

Tepung jagung yang digunakan mempunyai kadar lemak 2,38% dan kadar protein 6,67%. Kadar lemak yang rendah ini disebabkan karena adanya pemisahan lembaga pada proses pembuatan tepung jagung.

Komposisi pati merupakan faktor penting yang menentukan tekstur dan karakteristik tepung penyalut. Tepung jagung yang digunakan mengandung pati 59,39%. Pati tersusun dari dua fraksi utama yaitu amilosa dan amilopektin (Abera dan Rakshit, 2003). Kadar amilosa dan amilopektin tepung jagung yang digunakan masing-masing 27,90% dan 31,49%. Pati yang memiliki kadar amilosa tinggi mudah mengalami retrogradasi (Eliasson, 2006).

Formulasi tepung penyalut

Formulasi tepung penyalut menggunakan bahan utama tepung jagung dengan ditambah tepung beras, tapioka, dan tepung ketan. Tepung beras merupakan jenis tepung yang banyak digunakan sebagai tepung penyalut karena kadar amilosa dari tepung beras dapat meningkatkan kerenyahan produk. Namun tekstur yang dibentuk menjadi sangat tegar dan pengembangannya kurang (Ediati *et al.*, 2006). Selain itu produk gorengan yang dihasilkan juga masih menjadi keras setelah didinginkan.

Penambahan tapioka bertujuan untuk menghasilkan produk yang mengembang. Tapioka biasa digunakan dalam pembuatan kerupuk yang memiliki pengembangan dan kerenyahan yang baik. Selain itu, menurut Rahman (2007), nilai *setback viscosity* tapioka tidak terlalu tinggi jika dibandingkan dengan nilai *setback viscosity* tepung jagung. Dengan demikian penambahan tapioka pada formula tepung penyalut diharapkan mampu mengurangi kekerasan produk setelah didinginkan.

Produk gorengan yang menggunakan tepung penyalut dari campuran tepung jagung, tepung beras dan tapioka memiliki tekstur keras setelah mengalami pendinginan lebih dari 30 menit. Pendinginan ini menyebabkan terjadinya retrogradasi dimana amilosa saling berikatan kembali dan membentuk tekstur yang keras (Eliasson dan Gudmundsson, 2006).

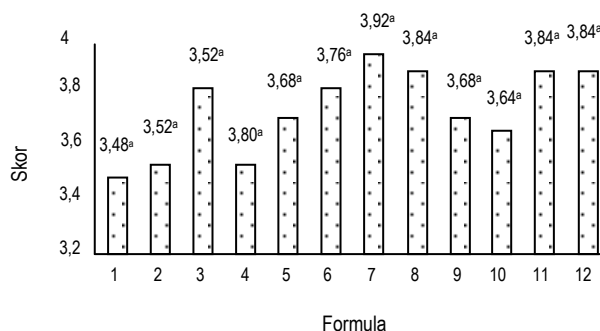
Charles *et al.* (2005) melaporkan bahwa semakin tinggi kadar amilosa, *setback viscosity* juga semakin tinggi. Semakin tinggi nilai *setback viscosity*, proses retrogradasi semakin kuat (Bussie *et al.*, 2007). Sebaliknya, semakin rendah kadar amilosa, *setback viscosity* juga semakin rendah. Hal ini juga menunjukkan bahwa penambahan tepung ketan pada campuran tepung mampu menurunkan *setback viscosity* dari tepung jagung (570 BU). Penambahan tapioka yang memiliki nilai *setback viscosity* yang lebih rendah ternyata belum mampu menurunkan nilai *setback viscosity* dari tepung penyalut yang dihasilkan. Oleh karena itu dalam formulasi ditambahkan tepung ketan.

Penambahan tepung ketan ke dalam formulasi tepung penyalut bertujuan untuk menambah proporsi amilopektin pada tepung penyalut. Tepung ketan memiliki kadar amilopektin yang tinggi. Menurut Eliason (2006), tepung dengan kadar amilopektin tinggi memiliki kecenderungan retrogradasi dan sineresis yang rendah.

Penambahan proporsi amilopektin ke dalam tepung penyalut dapat mengurangi *setback viscosity* atau mengurangi kekerasan produk gorengan yang dihasilkan. Penambahan tepung ketan pada tepung penyalut menurunkan *setback viscosity* dari 570 BU menjadi 315 BU. Menurut Reputra (2009), semakin rendah rasio amilosa dan amilopektin maka semakin tinggi tingkat kerenyahan produk gorengan.

Struktur amilopektin yang bercabang dapat menghalangi terjadinya amilosa berikatan kembali, sehingga dapat mengurangi kekerasan produk gorengan. Selain itu, pati berkadar amilopektin tinggi bersifat lebih mengembang karena strukturnya yang bercabang, sedangkan amilosa memiliki struktur rantai lurus yang saling berikatan sehingga sulit mengembang (Eliasson dan Gudmundsson, 2006).

Skor hedonik untuk atribut penampakan tepung penyalut yang diaplikasikan pada tempe goreng adalah 3,48 – 3,92 (Gambar 1). Hasil uji varian (ANOVA) menunjukkan bahwa tingkat kesukaan panelis terhadap parameter penampakan pada semua formula tidak berbeda nyata ($p>0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan formulasi tidak menghasilkan perbedaan tingkat kesukaan panelis terhadap penampakan dari produk gorengan yang dihasilkan.

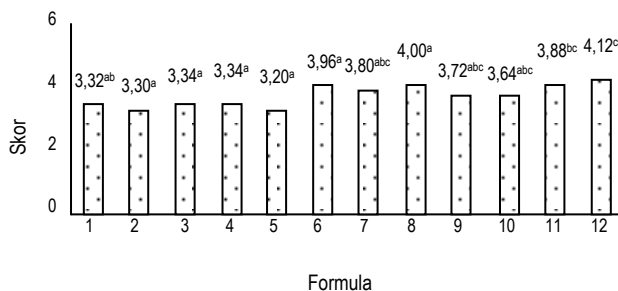


Gambar 1. Hasil uji rating hedonik terhadap atribut penampakan tepung penyalut. *) Huruf yang sama menyatakan nilai yang tidak berbeda nyata

Skor hedonik untuk atribut kerenyahan Formula 1 hingga 5 adalah 3,2-3,32, sedangkan Formula 6 hingga 12 memiliki skor hedonik 3,64 – 4,12 (Gambar 2). Hasil ANOVA menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($p<0,05$) di antara formula. Hasil uji lanjut Duncan menyatakan bahwa Formula 6 hingga 12 tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 5% dan lebih disukai dibandingkan formula lainnya.

Hasil uji organoleptik ini menunjukkan bahwa Formula 1 sampai 3 yang menggunakan tepung jagung 70% kurang disukai kerenyahannya oleh panelis. Saat proporsi tepung jagung dikurangi menjadi 60%, tingkat kesukaan panelis meningkat pada sampel yang ditambahkan 15% tepung ketan (Formula 6). Saat proporsi tepung jagung dikurangi menjadi 50%,

penambahan tepung ketan sebesar 5% (Formula 7) sudah dapat membuat sampel lebih disukai oleh panelis.

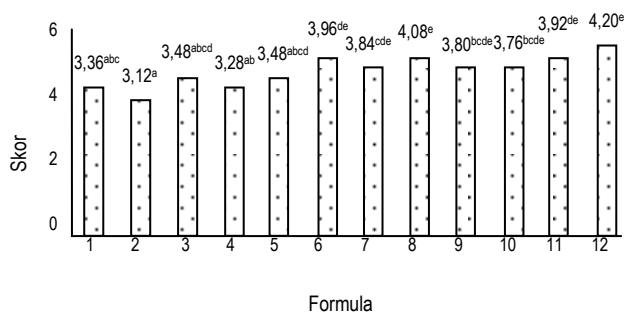


Gambar 2. Hasil uji rating hedonik terhadap atribut kerenyahan tepung penyalut. *) Perbedaan huruf menyatakan nilai yang berbeda nyata

Berdasarkan hasil uji tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin sedikit proporsi tepung jagung, kerenyahan dari sampel semakin dapat diterima. Saat proporsi tepung jagung mencapai 60%, harus ditambahkan tepung ketan sebanyak 15% agar kerenyahannya dapat diterima oleh panelis. Namun apabila tepung jagung yang digunakan 50% atau kurang, maka tepung ketan yang ditambahkan cukup 5% saja untuk dapat diterima kerenyahannya oleh panelis.

Hasil uji rating hedonik terhadap atribut *overall* tepung penyalut juga menunjukkan hal yang sama seperti pada parameter kerenyahan (Gambar 3). Hasil uji rating hedonik menunjukkan bahwa Formula 6 hingga 12 memiliki nilai kesukaan berkisar antara 3,76 – 4,20. Formula 1 sampai 5 memiliki nilai kesukaan berkisar 3,12-3,48.

Hasil ANOVA terhadap atribut *overall* menunjukkan adanya perbedaan nyata ($p < 0,05$) di antara formula. Hasil uji lanjut Duncan menyatakan bahwa nilai kesukaan Formula 6 hingga 12 tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 5% dan lebih disukai dibandingkan formula lainnya.



Gambar 3. Hasil uji rating hedonik terhadap atribut keseluruhan (*overall*) tepung penyalut. *) Perbedaan huruf menyatakan nilai yang berbeda nyata

Berdasarkan hasil uji hedonik dan dengan pertimbangan penggunaan tepung jagung yang lebih banyak, dipilih Formula 6 (60% tepung jagung) sebagai formula terbaik. Formula terpilih memiliki komposisi kimia sebagai berikut : kadar air 8,39%, kadar abu 1,17%, kadar lemak 0,68%, kadar protein 5,69%, kadar karbohidrat 84,07%, kadar pati 61,47 %, kadar amilosa 21,45%, kadar amilopektin 40,02%, dan kadar serat kasar 0,27%.

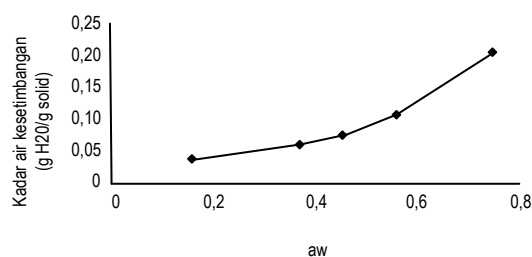
Umur simpan

Kadar air kritis

Hasil uji rating hedonik terhadap sampel tepung penyalut yang disimpan selama 0, 6, 12, 18, dan 24 jam menunjukkan bahwa tepung penyalut terpilih mencapai kadar air kritis setelah disimpan selama 12 jam dengan skor hedonik 3,68. Hal ini berarti menurut panelis, setelah disimpan selama 12 jam, daya mawar dari tepung penyalut sudah berkurang dan sudah tidak dapat diterima. Kadar air kritis dari tepung penyalut terpilih sebesar 0,16 g H₂O/g padatan.

Kurva isoterm sorpsi air

Hasil pengukuran kadar air kesetimbangan tepung penyalut pada masing-masing RH digunakan untuk membuat kurva isoterm sorpsi air. Kurva isoterm sorpsi air dibuat dengan memplotkan nilai a_w dengan kadar air kesetimbangan. Bentuk kurva isoterm sorpsi air dari tepung penyalut terpilih dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Kurva isoterm sorpsi air tepung penyalut terpilih

Model isoterm sorpsi air

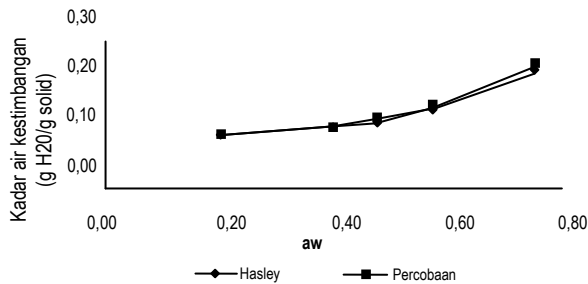
Pada penelitian ini dipilih lima model persamaan matematis yaitu model Hasley, Chen-Clayton, Henderson, Caurie dan Oswin. Kelima model persamaan ini dipilih karena berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu mampu menggambarkan kurva isoterm sorpsi air pada jangkauan nilai aktivitas air yang luas (Isse *et al.*, 1983). Selain itu, model-model persamaan ini mempunyai parameter kurang atau sama dengan tiga sehingga sesuai dengan pernyataan Labuza (1968) bahwa jika tujuan penggunaan kurva isoterm sorpsi air tersebut untuk mendapatkan ketepatan kurva yang tinggi maka lebih baik menggunakan model-model persamaan yang sederhana dan lebih sedikit jumlah parameternya.

Selanjutnya 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 untuk mempermudah perhitungan. Persamaan linear model kurva isoterm sorpsi air tepung penyalut terpilih dapat dilihat pada Tabel 3.

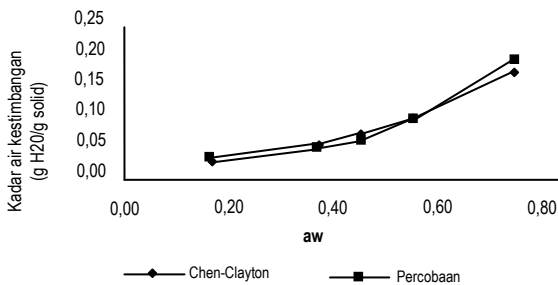
Tabel 3. Persamaan model kurva isoterm sorpsi air tepung penyalut terpilih

Model	Persamaan bentuk linear ($y=a+bx$)
Hasley	$\log(\ln(1/a_w)) = -1,33 - 1,12 \log Me$
Chen-Clayton	$\ln(\ln(1/a_w)) = 0,67 - 10,07 Me$
Henderson	$\log(\ln(1/(1-a_w))) = 1,05 + 1,21 \log Me$
Caurie	$\ln Me = -3,73 + 2,74 a_w$
Oswin	$\ln Me = -2,36 + 0,59 \ln(a_w/(1-a_w))$

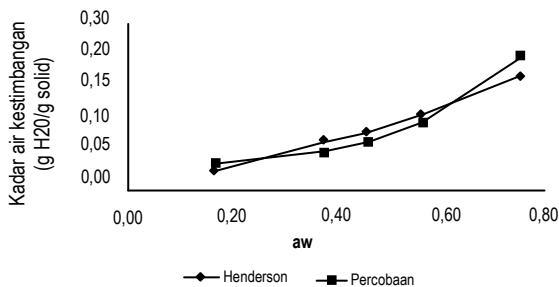
Kadar air kesetimbangan tepung penyalut terpilih dihitung dengan menggunakan persamaan model-model kurva isoterm sorpsi air tersebut. Hasil perhitungan kadar air kesetimbangan digunakan untuk membuat kurva isoterm sorpsi air dari masing-masing model persamaan dan dibandingkan dengan kurva isoterm sorpsi air hasil percobaan (Gambar 5 – 9).



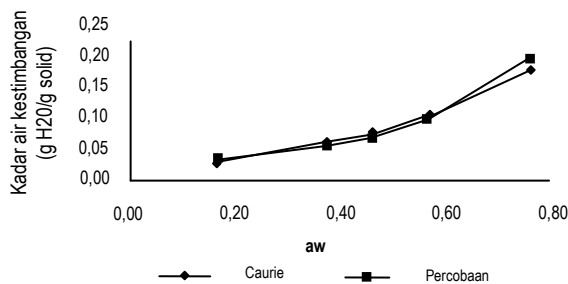
Gambar 5. Kurva isoterm sorpsi air tepung penyalut terpilih model Hasley.



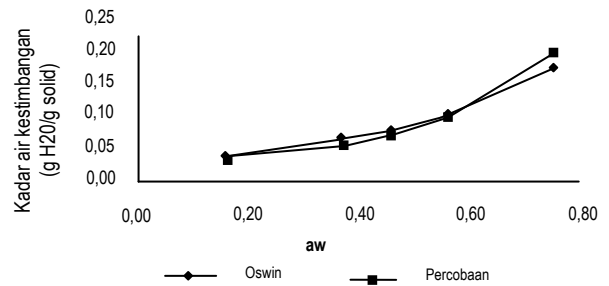
Gambar 6. Kurva isoterm sorpsi air tepung penyalut terpilih model Chen-Clayton.



Gambar 7. Kurva isoterm sorpsi air tepung penyalut terpilih model Henderson



Gambar 8. Kurva isoterm sorpsi air tepung penyalut terpilih model Caurie



Gambar 9 Kurva isoterm sorpsi air tepung penyalut terpilih model Oswin

Ketepatan model

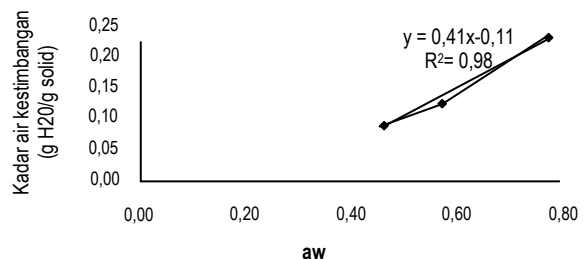
Uji ketepatan model dilakukan dengan menghitung nilai *Mean Relatif Determination (MRD)*. Nilai MRD kurang dari 5 ($MRD < 5$) berarti kurva tersebut dapat menggambarkan fenomena isoterm sorpsi air dengan tepat. Hasil perhitungan nilai MRD model persamaan dapat dilihat pada Tabel 4. Model persamaan kurva yang dipilih adalah model Hasley karena memiliki nilai MRD kurang dari 5 (4,77). Model tersebut dapat menggambarkan fenomena isoterm sorpsi air tepung penyalut terpilih secara tepat.

Tabel 4. Hasil perhitungan nilai MRD model persamaan kurva isoterm sorpsi air tepung penyalut terpilih

Model	Nilai MRD
Hasley	4,77
Chen-Clayton	26,09
Henderson	15,01
Caurie	7,59
Oswin	9,97

Nilai kemiringan (slope) kurva

Nilai kemiringan (*slope*) kurva isoterm sorpsi air (b) ditentukan pada daerah linear. Menurut Labuza (1982), daerah linear untuk menentukan nilai kemiringan kurva isoterm sorpsi air diambil antara daerah kadar air awal dan kadar air kritis. Nilai kemiringan kurva isoterm sorpsi air dalam penelitian ini ditentukan dengan membuat garis lurus dari a_w 0,46 ke a_w 0,75 (Gambar 10). Kisaran nilai a_w ini merupakan daerah yang melalui kadar air awal dan kadar air kritis dari tepung penyalut. Hasil regresi linear kurva isoterm sorpsi air tersebut menghasilkan persamaan garis: $y = 0,41x - 0,11$ ($R^2 = 0,98$). Berdasarkan persamaan tersebut diperoleh nilai b (*slope*) kurva sebesar 0,41.



Gambar 10. Penentuan nilai kemiringan (slope) kurva isoterm sorpsi air

Perhitungan umur simpan

Berdasarkan uji ketepatan model (nilai MRD), maka persamaan model Hasley digunakan untuk menentukan umur simpan tepung penyalut terpilih. RH penyimpanan yang digunakan dalam perhitungan umur simpan ini adalah 85% (suhu ruang 30°C).

Tepung penyalut terpilih memiliki kadar air kritis (Mc) sebesar 0,16 g H₂O/g padatan, kadar air awal (Mi) sebesar 0,09 g H₂O/g padatan, kadar air kesetimbangan produk (Me) pada RH penyimpanan 85% sebesar 0,33 g H₂O/g padatan. Bobot kering produk per kemasan sebesar 81,76 gram. Bobot ini merupakan bobot tepung penyalut yang telah dikoreksi dengan kadar air awal.

Kemasan polipropilena yang digunakan mempunyai ukuran 9,5x12,5x2 cm² dan memiliki permeabilitas sebesar 0,07 g/m²/hari/mmHg. Besarnya kemasan dan banyaknya sampel dalam kemasan mengacu pada tepung penyalut komersial yang telah ada di pasaran.

Tekanan uap air jenuh pada kondisi ruang penyimpanan (30°C) sebesar 31,82 mmHg (Labuza, 1982). Data penentuan umur simpan tepung penyalut dapat dilihat pada Tabel 5. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa waktu untuk mencapai kadar air kritis atau umur simpan dari tepung penyalut tersebut adalah 7 bulan.

Tabel 5. Data penentuan umur simpan tepung penyalut terpilih menggunakan kemasan polipropilena pada RH 85%

Parameter	Satuan	Nilai
Kadar air awal (Mi)	g H ₂ O/g padatan	0,09
Kadar air kritis (Mc)	g H ₂ O/g padatan	0,16
Slope kemiringan kurva (b)		0,41
Permeabilitas kemasan PP (k/x)	g/m ² hr.mmHg	0,07
Kadar air produk pada RH penyimpanan (Me)	g H ₂ O/g padatan	0,33
Berat kering produk (Ws)	g	81,76
Tekanan uap air jenuh (Po)	mmHg	31,82
Luas kemasan (A)	m ²	0,02
Umur simpan	hari	209
	bulan	7

KESIMPULAN

Tepung penyalut terbaik diperoleh dari formula 60% tepung jagung, 12,5% tepung beras, 12,5% tapioka dan 15% tepung ketan. Penambahan tepung ketan dalam formula tepung penyalut mampu mengubah proporsi amilosa dan amilopektin pada tepung penyalut tersebut. Hal inilah yang menyebabkan penurunan kecenderungan terjadinya retrogradasi pada produk gorengan yang dihasilkan sehingga tidak terlalu keras ketika produk didinginkan. Kadar air kritis dari tepung penyalut terpilih sebesar 0,16 g H₂O/g padatan.

Fenomena sorpsi isotermi tepung penyalut dapat digambarkan secara tepat menggunakan model Hasley. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa umur simpan tepung penyalut dalam kemasan polipropilena pada RH 85% adalah 7 bulan.

UCAPAN TERIMA KASIH

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

DAFTAR PUSTAKA

Abera S, Rakshit SK. 2003. Comparison of physicochemical and functional properties of cassava starch extracted from fresh root and dry chips. *Starch/Starke* 55: 287-296.

Adawiyah DR. 2006. Hubungan sorpsi air, suhu transisi gelas, dan mobilitas air serta pengaruhnya terhadap stabilitas produk pada model pangan [disertasi]. Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

Anonim^a. 2009. Meretas jalan mengurangi ketergantungan akan gandum impor. [Berita daerah.com]. http://beritadaerah.com/news.php?pg=artikel_national&id=8786&sub=column&page=17. [18 Januari 2010].

—^b. 2009. Terapkan antidumping tepung impor. [Suara Pembaruan]. <http://epaper.suarapembaruan.com/default.aspx?iid=23479&startpage=page0000016>. [18 Januari 2010].

[AOAC] The Association Official Analytical Chemists. 1995. *Official Methods of Analysis*. Washington DC: AOAC.

Apriyantono A, Fardiaz D, Puspitasari NL, Sedarnawati Y, Budijanto S. 1989. *Analisis Pangan*. Bogor: Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor.

[BPS] Badan Pusat Statistik. 2009. *Tabel Luas Panen-Produktivitas- Produksi Tanaman Jagung Seluruh Provinsi*. http://www.bps.go.id/tmn_pgn.php?eng=0 [15 Agustus 2010]

[BSN] Badan Standardisasi Nasional. 1995. SNI No. 01-3727-1995. *Syarat Mutu Tepung Jagung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Bussie MD, Dixon AGO, Adebowale AA. 2007. Targeting different end uses of cassava: genotypic variations for cyanogenic potentials and pasting properties. *J Food Sci and Technol* 42(8): 969-976.

Charles AL, Ko WC, Chang YH, Sriroth K, Huang TC. 2005. Influence of amylopectin structure and amylose content on gelling properties of five cultivars of cassava starches. *J Agric Food Chem* 53(7): 2717-2725.

Ediati R, Rahardjo B, Hastuti P. 2006. Pengaruh kadar amilosa terhadap pengembangan dan kerenyahan tepung penyalut selama penggorengan. *Agrosains* 19(4): 395-413.

Eliasson AC. 2006. *Starch in Food Structure, Function and Applications*. Washington DC: CRC Press.

Eliasson AC, Gudmundsson M. 2006. *Starch: physicochemical and functional aspects*. Di dalam: Eliasson AC. *Carbohydrates in Food 2nd Edition*. Boca raton, London, New York: CRC Press, Inc. hlm 393.

Hardinsyah, Amalia L. 2007. Perkembangan konsumsi terigu dan pangan olahannya di Indonesia 1993-2005. *J Gizi dan Pangan* 2 (1): 8-15.

- Isse MG, Schuchmann H, Schubert H. 1983. Divided sorption isotherm concept an alternative way to describe sorption isotherm data. *J Food Process Eng* 16(2): 147-157.
- Labuza TP. 1982. *Shelf Life Dating of Foods*. Westport, Connecticut: Food and Nutrition Press, Inc.
- Lievonen SM., Ross YH. 2002. Water sorption of food models for studies of glass transition and reaction kinetics. *J Food Sci* 65(5): 1758-1766.
- Rahman AD. 2007. Mempelajari karakteristik kimia dan fisik tepung tapioka dan MOCAL (Modified Cassava Flour) sebagai penyalut kacang pada produk kacang salut [skripsi]. Bogor: Fakultas teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Reputra J. 2009. Karakterisasi tapioka dan penentuan formulasi premix sebagai bahan penyalut untuk produk fried snack [skripsi]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Spiess WEL, Wolf W. 1987. Critical evaluation of methods to determine moisture sorption isotherm. Di dalam: Rockland RB. *Water Activity : Theory and Application to Food*. New York: Marcel Dekker Inc.
- Sudarmadji S, Bambang H, Suhardi. 1997. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Edisi Keempat. Yogyakarta: Alberti.