

PERUBAHAN MUTU CHIPS "BULARTAKA" SELAMA PENYIMPANAN DALAM KAITANNYA DENGAN TINGKAT SUSTITUSI BUBUR UBI JALAR TERHADAP TAPIOKA

Gatot Priyanto¹, Sony Yunaldo², dan Basuni Hamzah¹

¹Staf Pengajar Fakultas Pertanian dan Pascasarjana Universitas Sriwijaya,

²Alumni Fakultas Pertanian Unsri, Kampus Unsri Inderalaya 20662

ABSTRACT

The objective of this research was to observe the quality changes of *bulartaka* chips during storage on various level of sweet potato mush as the substitution material of tapioca. The experiments had been conducted at Agricultural Technology Departement Faculty of Agriculture Sriwijaya University on January to March 2006. It was done on three replications and two treatments, i.e. proportion of sweet potato mush content on tapioca based formulations (A) and storage times (B). There are three level of A, i.e. 25, 30 and 35 percent, and four levels of B, i.e. 0, 10, 20, 30 days storage times. Kinetics analysis model approach was used for determining the characteristic of quality changes which was expressed by moisture content, ashes content, volume expansion, and browning index. The results showed that the changes of product quality during storage was following second order kinetic model for moisture content and volumetric expansion, zeroth order kinetic model for ashes content, and first order kinetic model for browning index changes. The rate of changes for moisture content and volumetric expansion was, respectively, $(2.96 \text{ to } 3.42) \times 10^{-3}$ and $(2.20 \text{ to } 12.34) \times 10^{-4}$ percent⁻¹sec⁻¹. Browning index was changed following the rate $(1.24 \text{ to } 1.64) \times 10^{-2}$ unit per second, while ashes content rate of changes about $(1.98 \text{ to } 2.88) \times 10^{-2}$ percent.sec⁻¹. Sweet potato mush was also investigated shown the significant effects product quality during storage.

Key Words: *Quality, rate of changes, chips, storage.*

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Petani Indonesia selain menanam sereal seperti padi dan jagung juga mengusahakan beberapa jenis umbi-umbian seperti singkong dan ubi jalar. Kebutuhan suplai pasar untuk sereal dan umbi-umbian yang tinggi dikarenakan 70% konsumsi masyarakat berasal dari karbohidrat (Amang, 1995). Kebutuhan berbagai jenis bahan makanan dalam era kehidupan modern masyarakat Indonesia merupakan salah satu peluang bisnis yang potensial untuk mengembangkan sumberdaya pertanian sebagai input industri pangan. Ubi jalar merupakan salah satu komoditi pertanian yang telah lama ada di Indonesia yang potensial, antara lain dapat diolah menjadi berbagai produk seperti tepung, pasta, *cookies*, *chips*, dan *French fries* (Andriyani, 2004). Pengolahan ubi jalar sebagai bahan *chips* merupakan salah satu upaya penganeekaragaman pangan dan sumber gizi

masyarakat yang saat ini sangat dibutuhkan. Usaha penganeekaragaman pangan sangat penting dalam usaha mengatasi masalah ketergantungan pada satu bahan pokok saja (Anonim, 2005).

Chips ubijalar mempunyai kadar air sekitar 12%-13%, sehingga mrmudahkan dalam pemindahan dan pengangkutan. serta lebih tahan lama dalam disimpan (Tjokroadikusumo, 1986), sedangkan tapioka adalah produk pengolahan singkong dalam bentuk butiran pati yang diekstrak dari jaringan seluler umbi singkong. *Chips* "bulartaka" adalah suatu produk yang terbuat dari bubur ubi jalar dengan tapioka dengan formula khusus dengan kaldu kepala ayam sebagai flavor inti.

Sebagai suatu bahan pangan yang berbentuk *chips*, maka *chips bulartaka* relatif lebih tahan disimpan dibandingkan bahan asalnya (ubi jalar dan ubi kayu). Namun demikian hingga saat ini belum diketahui bagaimana pola perubahan mutunya selama penyimpanan sehingga penting untuk

diketahui agar produk tersebut dapat disimpan atau ditangani dengan baik dalam pemasaran.

B. Pendekatan Teoritis

Basis input chips bulartaka berupa bahan dengan komposisi air dan karbohidrat yang didominasi kelompok amilosa dan heksosa di samping serat. Dengan kadar air kurang dari 15 persen, sedangkan kelembaban di sekitarnya lebih tinggi maka selama penyimpanan akan terjadi perubahan kadar air hingga dicapai keseimbangan dengan lingkungan. Komposisi kimia dengan adanya gula pereduksi dan asam amino pada penyimpanan suhu kamar atau lebih tinggi memungkinkan terjadinya kecoklatan akibat reaksi Maillard (Saguy, 1983). Namun demikian, selama penyimpanan dimungkinkan terjadinya degradasi pembentuk warna coklat lainnya selain melanodin yang secara bersama-sama memberikan nilai pada indeks kecoklatan. Perubahan kadar air dan senyawa-senyawa selama penyimpanan berakibat pada perubahan kadar abu dan juga derajat ekspansi chip ketika dimatangkan. Perubahan-perubahan yang terjadi selama penyimpanan berasal dari reaksi unimolekuler. Dengan pendekatan reaksi kimia, secara stoikiometri dari perubahan A menjadi B, dapat diperoleh laju perubahan (R) sebesar:

$$R = -dC_A/dt = k C_A^n \quad (1)$$

di mana: C_A dkonsentrasi senyawa A, t waktu proses, n orde reaksi, d besar perubahan dan k konstanta laju reaksi.

Menurut Steinfeld et al (1980) persamaan (1) tersebut di atas dalam model pendekatan kinetika dapat dinyatakan dalam bentuk integrasinya sebagai berikut:

$$1/C_A^{n-1} - 1/C_{A0}^{n-1} = (n-1)kt \quad (2)$$

Secara teoritis, nilai orde reaksi (n) dapat tidak terhingga karena kompleksnya suatu reaksi yang berlangsung. Namun demikian, Sweinbourne (1971) dan Steinfeld et al (1989) telah melakukan penyederhanaan yang secara umum praktis biasa berlangsung digambarkan sebagai reaksi orde ke nol ($n=0$), orde ke satu ($n=1$) dan orde ke-2 ($n=2$). Dalam kaitannya dengan mutu bahan makanan dalam penyimpanan, jika konsentrasi senyawa A (C_A) sebagai mutu (Q), maka perubahannya selama penyimpanan dapat dinyatakan sebagai $dQ/dt = kQ_0^n$. Labuza (1980) dan Priyanto (1997)

melaporkan bahwa orde reaksi (n) untuk fenomena perubahan yang terjadi dalam bahan pangan umumnya bernilai nol, satu dan dua.

B. Tujuan

Tujuan penelitian ini bertujuan mengetahui perubahan mutu chips bulartaka selama penyimpanan dalam kaitannya dengan substitusi bubur ubi jalar terhadap basis bahan baku tapioka. Secara khusus tujuan penelitian mengungkap konstanta laju reaksi perubahan mutunya selama penyimpanan.

D. Hipotesis

Mutu chips bulartaka berbeda secara nyata menurut kadar substitusi bubur ubi jalar dan waktu penyimpanan. Model pendekatan kinetika reaksi kimia dapat digunakan untuk menggambarkan pola perubahan mutu chips selama penyimpanan.

II. METODOLOGI

A. Tempat dan Waktu

Percobaan dilaksanakan di Fakultas Pertanian Unsri dengan basis operasional di Laboratorium Kimia Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian, pada bulan Januari sampai dengan Maret 2006. Analisis data dan permodelan dilakukan dengan menggunakan komputer pada sentra komputasi yang tersedia di kampus maupun fasilitas komputer personal.

B. Alat dan Bahan

Bahan pokok untuk percobaan diperoleh dari pemasok lokal, antara lain berupa: 1) ubi jalar kuning, 2) tapioka, 3) kepala ayam, 4) gula, 5) garam, 6) pasir, dan 7) air. Chips bulartaka dibuat di laboratorium dengan bahan-bahan tersebut sesuai prosedur yang diuraikan di bagian berikut.

Peralatan pokok yang digunakan berupa alat pengolahan (processing) dan alat-alat untuk analisa. Semua peralatan tersebut dapat diakses di laboratorium basis operasional. Alat tersebut antara lain: 1) timbangan, 2) baskom, 3) pisau, 4) panci, 5) tampah, 6) wajan, 7) kompor, 8) timbangan analitik merek Dhaus, 9) krus porselen, 10) cawan Petri, 11) oven merek Memmert, 12) tanur pemijar, 13) mortar, 14) desikator, 15) mikroskop merek Olympus, 16) kamera, 17) jangka sorong, 18) pasir yang bersih berukuran 1000-1400 mikrometer untuk penyangraian, 19) saringan pasir 1.000 μ m dan 1400 μ m, 20) colour checker merek Nippon

Denshoku, 21) plastik PP, 22) spektrofotometer, 23) bangku kerja.

C. Desain Percobaan

Percobaan dilaksanakan menurut Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial, dengan 2 perlakuan berupa formulasi *chips* bubur ubi jalar (A) dan lama penyimpanan (B). Percobaan diulang sebanyak tiga kali.

Formulasi *chips bulartaka* (A) terdiri dari tiga level perlakuan, yaitu:

$A_1 = 25\%$ bubur ubi jalar dan 75% bahan dasar

$A_2 = 30\%$ bubur ubi jalar dan 70% bahan dasar

$A_3 = 35\%$ bubur ubi jalar dan 65% bahan dasar

Perlakuan lama penyimpanan (B) terdiri dari empat level, yaitu:

$B_1 = 0$ hari

$B_2 = 10$ hari

$B_3 = 20$ hari

$B_4 = 30$ hari

Berdasarkan Gomez dan Gomez (1995), model umum untuk data hasil pengamatan dengan rancangan tersebut di atas adalah sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = U + A_i + B_j + (AB)_{ij} + E_{ijk} \quad (3)$$

Di mana Y adalah nilai pengamatan, U nilai rata-rata, (AB) pengaruh interaksi perlakuan AB, ijk adalah indeks level perlakuan ke-i untuk A, perlakuan ke j untuk B dan ulangan ke-k, sedangkan E adalah galat percobaan.

Data hasil percobaan selanjutnya diolah secara tabulasi, dianalisis keragaman serta uji lanjut lainnya. Analisis kinetika dilakukan dengan mengkaji model kinetika yang relevan. Model yang mempunyai nilai koefisien determinasi tertinggi (R^2) adalah yang digunakan untuk menetapkan nilai konstanta laju perubahan mutu.

D. Cara Kerja

Cara kerja dalam percobaan ini pada dasarnya terdiri dari dua tahap, yaitu persiapan dan pelaksanaan penyimpanan. Tahap persiapan terdiri dari pembuatan *chips bulartaka* hingga pengemasannya, sedangkan dalam tahap penyimpanan dilakukan pengamatan. Prosedur kerja adalah sebagai berikut.

1. Kaldu kepala ayam dipersiapkan dengan memanaskan kepala ayam bersih 250 g dalam 500 mL air hingga volume total menjadi setengahnya (250 mL). Ubi jalar yang telah bersih dikupas dan dipotong kecil-kecil lalu ditimbang sesuai perlakuan, kemudian direbus

bersama kaldu larutan kaldu ayam tersebut sambil ditambahkan garam dan gula sesuai formula.

2. Ubi jalar rebus bersama larutan kaldu diblender dan ditambahkan tapioka sesuai formula sambil diuleni hingga menjadi adonan yang kalis (tidak lengket).
3. Adonan tersebut dibentuk lenjeran 10 cm panjangnya dengan diameter 1,5 cm.
4. Lenjeran direbus sampai mengapung dipermukaan air rebusan, kemudian ditiriskan.
5. Lenjeran dikeringkan pada suhu ruangan (25-32°C) kemudian disimpan dalam refrigerator selama 12 jam hingga lenjeran keras dan dapat diiris dengan ketebalan 1 mm.
6. Irisan lenjeran dijemur selama 7 jam (pada kondisi matahari cerah, pk 8-15) sebagai *chips mentah kering*.
7. *Chips mentah* ini kemudian disangrai dengan pasir panas sampai mengembang penuh sebagai *chips bulartaka*.
8. *Chips bulartaka* dikemas dalam plastik PP dan dilakukan penyimpanan sesuai perlakuan pada suhu ruang.

E. Parameter Mutu dan Pengukurannya

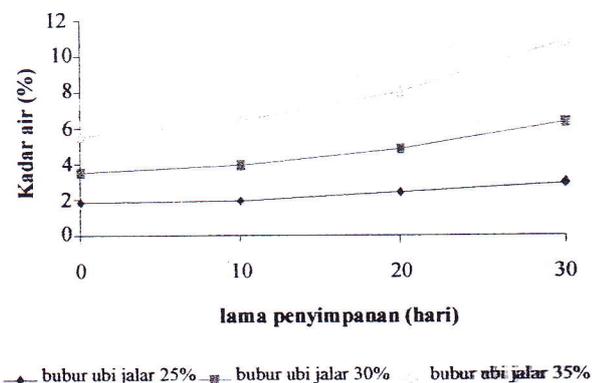
Mutu *chips bulartaka* dinyatakan oleh parameter mutu yang berupa kadar air, kadar abu, pengembangan volume dan indeks kecoklatan. Pengukuran parameter tersebut, masing-masing secara berturut-turut dilakukan dengan metode SNI 001-3182-1992 untuk kadar air, SNI 01-2986-1992 untuk kadar abu, Maryudiani (2002) untuk pengembangan volume dan Cohen et al. (1994) untuk indeks kecoklatan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil percobaan menunjukkan bahwa mutu *chips* berubah selama penyimpanan dan dapat dinyatakan dengan pendekatan model kinetika orde ke nol hingga ke dua. Kadar air (M) *chips* selama penyimpanan meningkat, mengikuti model orde ke dua. Demikian pula dengan parameter derajat pengembangan volume (P). Kadar abu dan indeks kecoklatan *chip* selama penyimpanan menunjukkan penurunan, masing-masing dapat dinyatakan dengan pendekatan model kinetika orde ke nol dan orde ke satu.

A. Kadar Air

Hasil pengukuran kadar air chip menunjukkan bahwa kadar air chips berkisar antara 4,52% sampai 11,30% dengan rata-rata 6,42%. Kadar air chips bulartaka tertinggi adalah 11,30% yang diperoleh dari perlakuan A₃B₄ (bubur ubi jalar 35%, pada penyimpanan 30 hari). Sedangkan kadar air terendah sebesar 4,52 % didapat dari perlakuan A₁B₁ (bubur ubi jalar 25% dan penyimpanan 0 hari). Hubungan antara rata-rata kadar air dengan waktu penyimpanan dalam berbagai formula bubur ubi jalar diperlihatkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Rata-rata kadar air chips bulartaka selama penyimpanan

Pada gambar tersebut terlihat bahwa kadar air chip dengan formula bubur ubi jalar yang lebih tinggi berubah lebih besar dibandingkan dengan yang bubur ubi jalarnya relatif rendah. Analisis model kinetika menunjukkan bahwa perubahan tersebut valid digambarkan dengan pendekatan model orde ke dua sebagai berikut.

$$M^{-1} = 0,2284 - 2,96 \times 10^{-3}(t) \quad (4)$$

$$M^{-1} = 0,2421 - 4,01 \times 10^{-3}(t) \quad (5)$$

$$M^{-1} = 0,1919 - 3,42 \times 10^{-3}(t) \quad (6)$$

Persamaan 4, 5 dan 6 masing-masing untuk perlakuan A₁, A₂, dan A₃ dengan nilai R² 0,96, 0,99 dan 0,99. Dengan demikian dapat dinyatakan kadar air berubah dengan konstanta laju perubahan (k_m) 2.96 sampai 3.42 x 10⁻³ persen⁻¹sec⁻¹.

Analisis keragaman terhadap hasil pengukuran kadar air menunjukkan bahwa hasil tersebut berbeda nyata. Selanjutnya dengan uji BNJ diketahui bahwa dapat diidentifikasi beberapa

perlakuan maupun interaksinya yang pengaruhnya berbeda dengan lainnya sebagaimana terlihat dalam Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3. Berdasarkan tabel-tabel 4 5 dan 6 tersebut dapatlah dikemukakan bahwa substitusi bubur ubi jalar terhadap tapioka dalam pembuatan chips bulartaka menyebabkan kenaikan kadar air yang berbeda selama penyimpanan. Fakta tersebut memperkuat validitas model kinetika yang dikembangkan untuk perubahan kadar air sebagaimana diperlihatkan dalam bentuk persamaan (4), (5) dan (6).

Tabel 1. Uji BNJ pengaruh formulasi (A) bubur ubi jalar terhadap kadar air chips bulartaka.

Perlakuan	Rerata	BNJ _{0,05} =0,70	BNJ _{0,01} =0,83
A ₁	5,64	a	K
A ₂	5,89	a	K
A ₃	7,73	b	L

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata.

Tabel 2. Uji BNJ pengaruh lama penyimpanan (B) terhadap kadar air chips bulartaka

Perlakuan	Rerata	BNJ _{0,05} =0,80	BNJ _{0,01} =0,96
B ₁	4,63	a	K
B ₂	5,34	a	K
B ₃	9,10	b	L
B ₄	9,26	b	L

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata.

Tabel 3. Uji BNJ pengaruh interaksi (AB)_{ij} terhadap kadar air chips bulartaka

Perlakuan	Rerata	BNJ _{0,05} =1,39	BNJ _{0,01} =1,67
A ₂ B ₁	4,18	a	K
A ₁ B ₁	4,52	a	K
A ₁ B ₂	4,75	a	K
A ₂ B ₂	4,88	a	K
A ₃ B ₁	5,20	a	K
A ₁ B ₃	5,99	b	K
A ₂ B ₃	6,08	b	K
A ₃ B ₂	6,40	b	K
A ₁ B ₄	7,31	b	L
A ₃ B ₃	8,02	b	L
A ₂ B ₄	8,41	c	L
A ₃ B ₄	11,30	c	L

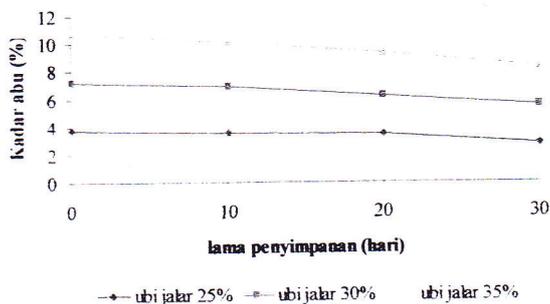
Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata.

Perbedaan nilai konstanta laju perubahan (k) kadar air pada persamaan tersebut secara eksplisit menunjukkan bahwa kecenderungan perubahan berbeda kecepatannya yang satu dengan yang lainnya. Pada formula dengan penggunaan bubur ubi jalar 30 persen, nilai konstanta laju perubahan tertinggi menunjukkan bahwa produk tersebut relatif tidak tahan disimpan dibandingkan lainnya.

Kadar air bahan pangan merupakan jumlah keseluruhan air yang terdapat pada bahan pangan yang dapat berupa air yang terdispersi pada permukaan koloid makromolekuler, air bebas, air yang terikat secara fisik dan kimia (Sudarmadji *et al.*, 1997). Fennema (1976) melaporkan bahwa penambahan kadar air selama penyimpanan yang cepat menyebabkan stimulai pertumbuhan mikrobia lebih cepat, karena berubahnya nilai aktivitas air. Di pihak lain, dengan penambahan kadar air dimungkinkan terjadinya reaksi kimia yang merusak struktur dan penampakan produk.

B. Kadar Abu

Hasil percobaan menunjukkan bahwa kadar abu rata-rata berkisar antara 2,76 sampai dengan 3,71%. Kadar abu tertinggi diperoleh pada chips dengan perlakuan A₁B₁ (bubur ubi jalar 25% dan penyimpanan 0 hari), sedangkan yang terendah sebesar 2,76 % didapat dari perlakuan A₁B₄ (bubur ubi jalar 25% dan penyimpanan 30 hari). Hubungan antara kadar abu rata-rata dengan waktu penyimpanan dalam berbagai formula bubur ubi jalar diperlihatkan pada Gambar 2. Pada gambar tersebut terlihat bahwa perubahan kadar abu produk dari awal penyimpanan (hari ke nol) menuju nilai lebih rendah pada akhir penyimpanan (hari ke-30) untuk semua perlakuan substitusi bubur ubi jalar. Analisis model kinetika menunjukkan bahwa perubahan kadar abu (D) valid digambarkan dengan pendekatan model orde ke satu dalam persamaan 7, 8 dan 9 di bagian berikut.



Gambar 2. Rata-rata kadar abu chips bulartaka selama penyimpanan

$$D = 3,975 - 2,80 \times 10^{-2}(t) \quad (7)$$

$$D = 3,627 - 2,88 \times 10^{-2}(t) \quad (8)$$

Persamaan 7, 8 dan 9 masing-masing untuk perlakuan A₁, A₂, dan A₃ dengan nilai R² 0,83, 0,83 dan 0,96. Berdasarkan persamaan tersebut dapat dinyatakan kadar abu chips berubah menurut fungsi linier terhadap waktu penyimpanan dengan konstanta laju perubahan (k_d) kadar abu sebesar 1.98 x10⁻² sampai 2.88 x10⁻² persen. sec⁻¹. Model kinetika orde ke-nol menunjukkan bahwa prekursor perubahan dalam keadaan berlebih (*unlimited*) sehingga tidak ada faktor pembatas dari perubahan tersebut (Priyanto, 1997). Hal ini dapat merupakan salah satu dampak substitusi bubur ubi jalar yang pada produk ini sebagai pensuplai mineral yang handal. Rukmana (1997) melaporkan bahwa ubi jalar mengandung zat besi dan mineral lain lebih besar dibandingkan umbi lainnya.

Analisis keragaman terhadap hasil pengukuran kadar abu menunjukkan bahwa perlakuan dan ainteraksinya berbeda nyata. Selanjutnya dengan uji BNJ dapat diidentifikasi beberapa perlakuan maupun interaksinya yang pengaruhnya berbeda dengan lainnya sebagaimana terlihat dalam Tabel 4, Tabel 5, dan Tabel 6.

Tabel 4. Uji BNJ pengaruh formulasi (A) bubur ubi jalar terhadap kadar abu

Perlakuan	Rerata	BNJ _{0,05} =0,08	BNJ _{0,01} =0,10
A ₂	3,10	a	K
A ₃	3,16	a	K
A ₁	3,35	b	L

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata.

Tabel 5. Uji BNJ pengaruh lama penyimpanan (B) terhadap kadar air chips bulartaka

Perlakuan	Rerata	BNJ _{0,05} =0,09	BNJ _{0,01} =0,19
B ₄	2,77	a	K
B ₃	3,10	b	L
B ₂	3,37	c	R
B ₁	3,57	d	S

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata.

Tabel 6. Uji BNJ pengaruh interaksi (AB)_{ij} terhadap kadar air *chips* bulartaka

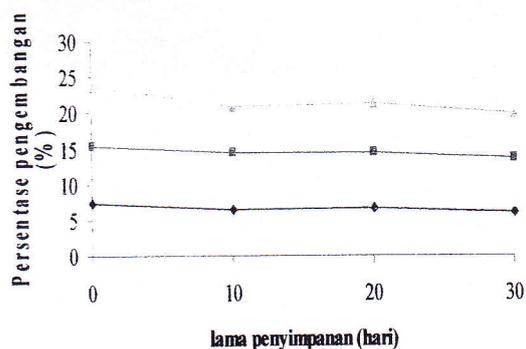
Perlakuan	Rerata	BNJ _{0,05} =0,16	BNJ _{0,01} =0,19
A ₁ B ₄	2,76	a	K
A ₂ B ₄	2,77	a	K
A ₃ B ₄	2,79	a	K
A ₂ B ₃	2,82	a	K
A ₃ B ₃	3,05	b	L
A ₃ B ₂	3,22	c	LR
A ₂ B ₂	3,36	cd	RS
A ₁ B ₃	3,42	de	SV
A ₂ B ₁	3,44	de	VW
A ₁ B ₂	3,53	e	VWZ
A ₃ B ₁	3,57	ef	WZ
A ₁ B ₁	3,71	f	Z

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata.

Penurunan kadar abu selama penyimpanan dapat terjadi karena berbagai faktor, seperti pengikisan (erosi) fisik atau peluruhan permukaan, maupun stimulasi perubahan kimia akibat terlarutnya sejumlah garam karena peningkatan kandungan air bahan. Abu merupakan komponen bahan tak terbakar yang tersisa setelah suatu bahan dibakar dalam tanur (Anonim, 2006).

C. Pengembangan

Pengembangan volume (selanjutnya disebut pengembangan saja) adalah persentase perubahan volume terhadap volume semula setelah produk disangrai. Informasi pengembangan volume tidak hanya penting untuk kualitas produk, tetapi juga untuk perencanaan pengemasan dan penanganan produk selanjutnya (termasuk perhitungan harga). Hasil percobaan menunjukkan bahwa pengembangan *chips* berkisar antara 6,60 persen sampai dengan 7,94 persen. Produk yang disimpan lebih lama pengembangannya relatif lebih kecil dibandingkan dengan yang tanpa penyimpanan (hari ke-nol) dan bervariasi menurut tingkat substitusi bubur ubi jalarinya (Gambar 3).



—●— bubur ubi jalar 25% —■— bubur ubi jalar 30% —▲— bubur ubi jalar 35%

Gambar 3. Rata-rata persentase pengembangan *chips* bulartaka

Analisis model kinetika terhadap pengukuran parameter mutu pengembangan (P) menunjukkan bahwa perubahannya selama penyimpanan dapat dinyatakan dengan pendekatan model kinetika orde ke dua, yaitu persamaan 10, 11 dan 12 masing-masing untuk perlakuan A₁, A₂, dan A₃ dengan nilai R² 0,87, 0,68 dan 0,73.

$$P^{-1} = 0,1384 - 8,21 \times 10^{-4}(t) \quad (10)$$

$$P^{-1} = 0,1260 - 2,20 \times 10^{-4}(t) \quad (11)$$

$$P^{-1} = 0,1247 - 12,34 \times 10^{-4}(t) \quad (12)$$

Model tersebut menunjukkan bahwa laju perubahan pengembangan produk selama penyimpanan berubah tidak seragam akibat asubstitusi bubur ubi jalar. Konstanta laju perubahan mutu terbesar diperoleh pada produk dengan bahan ubi jalar yang tertinggi substitusinya (35 persen) sebesar $12,34 \times 10^{-4}$ persen⁻¹sec⁻¹, sedangkan yang lainnya lebih rendah, yaitu $8,21 \times 10^{-4}$ dan $2,20 \times 10^{-4}$ persen⁻¹sec⁻¹ masing-masing untuk perlakuan A₁, dan A₂.

Pengembangan produk sejenis *chips* dimungkinkan karena adanya pengembangan matriks yang elastis disertai dengan tekanan gas yang terbentuk saat pemanasan. Komponen ubi jalar dalam kasus ini berperan meningkatkan elastisitas matriks dengan adanya komponen serat organik, selain adanya prekursor pembentuk gas. Pada tingkat substitusi bahan sebesar 30 persen kesetimbangan peran tersebut tidak berlangsung optimum, sehingga jika dibandingkan dengan tingkat substitusi lainnya (25 persen dan 35 persen)

laju perubahan pengembangan produk yang ditunjukkan relatif kecil dengan konstanta sebesar 2.20×10^{-4} persen⁻¹sec⁻¹.

Analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan dan interaksinya berbeda nyata pengaruhnya terhadap pengembangan produk. Selanjutnya dengan uji BNJ diketahui bahwa dapat diidentifikasi beberapa perlakuan maupun interaksinya yang pengaruhnya berbeda dengan lainnya sebagaimana terlihat dalam Tabel 7, Tabel 8, dan Tabel 9.

Tabel 7. Uji BNJ pengaruh formulasi (A) bubur ubi jalar terhadap pengembangan

Perlakuan	Rerata	BNJ _{0,05} =0,54	BNJ _{0,01} =0,65
A ₁	6,66	a	K
A ₃	7,08	a	K
A ₂	7,74	b	L

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata.

Tabel 8. Uji BNJ pengaruh lama penyimpanan (B) terhadap pengembangan

Perlakuan	Rerata	BNJ _{0,05} =0,62	BNJ _{0,01} =0,75
B ₄	6,60	a	K
B ₂	6,99	a	K
B ₃	7,11	a	K
B ₁	7,94	b	L

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata.

Tabel 9. Uji BNJ pengaruh interaksi (AB)_{ij} terhadap kadar air chips bulartaka

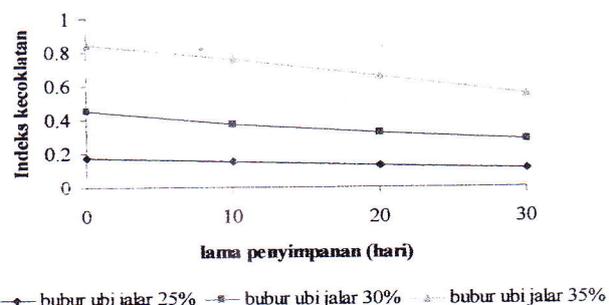
Perlakuan	Rerata	BNJ _{0,05} =1,08	BNJ _{0,01} =1,29
A ₁ B ₄	6,13	a	K
A ₃ B ₄	6,25	a	KL
A ₁ B ₂	6,56	ab	KLRS
A ₁ B ₃	6,59	ab	KLRS
A ₃ B ₂	6,62	ab	KLRS
A ₃ B ₃	6,90	abc	KLRS
A ₁ B ₁	7,38	bc	LRS
A ₂ B ₄	7,44	bc	LRS
A ₂ B ₂	7,80	cd	RS
A ₂ B ₃	7,83	cd	RS
A ₂ B ₁	7,88	cd	S
A ₃ B ₁	8,56	d	W

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata.

Hasil uji BNJ tersebut mendukung kajian terdahulu bahwa penggunaan bubur ubi jalar 30 persen (A2) berbeda dampak dengan yang lainnya (Tabel 7). Selain itu, berdasarkan Tabel 8 juga dapat diketahui bahwa penurunan pengembangan lebih banyak terjadi pada 10 hari penyimpanan pertama, sedangkan selanjutnya relatif stabil penurunannya. Hal ini berarti bahwa dalam praktek penyimpanan produk sejenis chip yang mengandung komponen ubi jalar, penyimpanan sepuluh hari pertama perlu mendapat perhatian lebih banyak dalam upaya pencegahan penurunan mutu yang relatif cepat atau drastis

D. Indeks Kecoklatan

Kecoklatan yang tampak dalam produk ini telah dalam percobaan berhasil diukur dengan metode spektrofotometri pada panjang gelombang 420 nm yang dinyatakan sebagai indeks kecoklatan. Dalam hal ini kecoklatan merupakan ekspresi dari mutu warna produk. Hasil percobaan menunjukkan bahwa indeks kecoklatan (C) produk bervariasi selama penyimpanan antara 0,11 sampai 0,39 satuan absorbansi di panjang gelombang 420nm. Semakin lama waktu penyimpanan nilai indeks kecoklatan makin kecil, sebagaimana terlihat pada Gambar 4 berikut ini. Perubahan indeks kecoklatan terlihat berbeda tergantung pada perlakuan penggunaan bubur ubi jalar.



Gambar 4. Rata-rata indeks kecoklatan chips bulartaka

Analisis keragaman terhadap hasil pengukuran indeks kecoklatan menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan dan interaksinya berbeda nyata. Dengan uji lanjut BNJ diketahui bahwa dapat diidentifikasi beberapa perlakuan maupun interaksi pengaruhnya berbeda dengan lainnya sebagaimana terlihat dalam Tabel 10, Tabel 11, dan Tabel 12.

Tabel 10. Uji BNJ pengaruh formulasi (A) bubuk ubi jalar terhadap indeks kecoklatan

Perlakuan	Rerata	BNJ	
		$_{0,05}=0,02$	$_{0,01}=0,03$
A ₁	0,14	a	K
A ₂	0,22	b	L
A ₃	0,34	c	R

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata.

Tabel 11. Uji BNJ pengaruh lama penyimpanan (B) terhadap indeks kecoklatan

Perlakuan	Rerata	BNJ	
		$_{0,05}=0,027$	$_{0,01}=0,032$
B ₄	0,18	a	K
B ₃	0,22	b	L
B ₂	0,25	c	LR
B ₁	0,28	d	R

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata.

Tabel 12. Uji BNJ pengaruh interaksi (AB)_{ij} terhadap indeks kecoklatan

Perla- kuan	Rerata	BNJ	
		$_{0,05}=0,05$	$_{0,01}=0,06$
A ₁ B ₄	0,11	a	K
A ₁ B ₃	0,13	ab	KL
A ₁ B ₂	0,15	abc	KL
A ₁ B ₁	0,17	abcd	KLR
A ₂ B ₄	0,17	abcd	KLR
A ₂ B ₃	0,19	cd	LR
A ₂ B ₂	0,22	de	RW
A ₃ B ₄	0,27	ef	W
A ₂ B ₁	0,28	f	WV
A ₃ B ₃	0,34	g	VS
A ₃ B ₁	0,39	g	S
A ₃ B ₂	0,39	g	S

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata.

Analisis model kinetika perubahan indeks kecoklatan produk selama penyimpanan menunjukkan bahwa pola perubahan tersebut dapat dinyatakan dengan pendekatan model kinetika orde ke satu sebagai berikut:

$$\ln C = -1,762 - 1,449 \times 10^{-2}(t) \quad (13)$$

$$\ln C = -1,308 - 1,643 \times 10^{-2}(t) \quad (14)$$

$$\ln C = -0,882 - 1,240 \times 10^{-2}(t) \quad (15)$$

Persamaan 13, 14 dan 15 tersebut masing-masing untuk perlakuan A₁, A₂, dan A₃ dengan nilai R² 0,99, 0,97 dan 0,85. Konstanta laju perubahan indeks kecoklatan yang dapat dihitung dari persamaan tersebut adalah sebesar 1,449 x 10⁻², 1,643 x 10⁻² dan 1,240 x 10⁻² unit.sec⁻¹ masing-masing untuk produk dengan perlakuan A₁, A₂, dan A₃. Perbedaan nilai konstanta tersebut menunjukkan bahwa penurunan warna kecoklatan yang terjadi pada produk berlangsung dengan kecepatan berbeda, dipengaruhi oleh proporsi bubuk ubi jalar.

Fenomena kecoklatan yang umum terjadi pada pemanasan produk pangan berasal dari proses kecoklatan yang berasal dari degradasi gula pereduksi, asam amino dan sedikit oksidasi lemak yang dikenal sebagai kelompok prekursor melanoidin. Selama pemanasan dan penyimpanan umumnya melanoidin bertambah (Saper, 1993). Namun demikian asal kecoklatan tersebut bukanlah menjadi dominan jika reaksi kimia tidak berlangsung intensif, apalagi jika terdapat pigmen alami dan pembawa warna lainnya yang memberikan penampakan warna coklat. Menurut Fennema (1976), kecoklatan yang tampak dari suatu produk pada hakekatnya merupakan tampilan dari berbagai elemen pembentuk warna atau kesan kecoklatan yang terukur. Elemen tersebut antara lain berupa produk melanoidin, pigmen, dan beberapa senyawa lain. Penurunan indeks kecoklatan yang menurun selama penyimpanan menunjukkan bahwa faktor melanoidin bukan sebagai kontributor utama dalam pembentuk warna dari produk. Penurunan indeks kecoklatan dalam kasus ini lebih disebabkan oleh berkurangnya atau mudarnya peranan pigmen atau prekursor warna dari bubuk ubi jalar.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil-hasil percobaan dan pembahasan di atas dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perubahan mutu yang terjadi *chips bulartaka* selama penyimpanan adalah: peningkatan kadar air, penurunan kadar abu, indeks kecoklatan dan pengembangan volume.
2. Peningkatan kadar air mengikuti model kinetika orde ke-2, dengan konstanta laju perubahan berkisar antara

3. Penurunan kadar abu mengikuti model kinetika orde ke-nol. dengan konstanta laju perubahan berkisar antara
4. Kemampuan pengembangan volume produk selama penyimpanan menurun mengikuti model kinetika orde ke-2, dengan konstanta laju perubahan berkisar antara
5. Indeks kecoklatan menurun sesuai dengan model kinetika orde ke-1, dengan konstanta laju perubahan berkisar antara
6. Perlakuan penggunaan bubur ubi jalar dalam formula bahan pembuatan chips bulartaka berpengaruh nyata terhadap mutu produk selama penyimpanan.
7. Perubahan mutu produk yang mengandung bahan bubur ubi jalar 30 persen relatif lebih besar dibandingkan dengan lainnya, kecuali dalam pengembangan volume..

B. Saran

Untuk mendapat *chips bulartaka* yang stabil selama penyimpanan disarankan untuk menggunakan bahan berbasah baku ubi jalar 35 jika pengembangan tidak diperlukan. Jika faktor pengembangan diperlukan, disarankan bahan dengan bubur ubi jalar 25 persen.

DAFTAR PUSTAKA

- Amang, B. 1995. Sistem Pangan Nasional. Dharma Karsa Utama. Jakarta.
- Anonim. 2006. Kamus Lingkungan Hidup. Perpustakaan Kementerian Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Anonim. 2005. Keripik Ubi Jalar. Online (<http://www.ristek.go.id>, diakses tanggal 11 September 2005).
- Andriyani, L. 2004. Sifat Fisik dan Kimia Tepung Ubi Jalar dan Pemanfaatannya Pada Produk Cookies. Skripsi Fakultas Pertanian. Universitas Sriwijaya. Indralaya.
- Fennema, O.R. 1976. Principle of Food Science: Food Chemistry. Marchel Dekker Inc. New York.
- Gomez, K.A dan A.A. Gomez. 1995. Statistical and Experimental Design. Marchel Dekker Inc. New York.
- Labuza, T.P. 1980. Enthalpy entropy compensation on food reaction. Food Technol. Feb.:67
- Priyanto, G. 1997. Kinetika Perubahan Mutu Sari buah Nenas dalam Proses Aseptik. Disertasi. Program Pascasarjana IPB, Bogor.
- Rukmana, R. 1997. Ubi Jalar: Budidaya dan Pasca Panen. Kanisius, Yogyakarta.
- Saper. G.M. 1993. Browning of Food: control by sulfite, antioxidant and other means. Food Technol. 8:75
- Saguy, I. 1983. Computer Aided Techniques in Food Technology, Marchel Dekker Inc. New York.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi. 1997. Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty. Yogyakarta.
- Stenfield, J.L, J.S. Francisco dan W.L. Hase. 1989. Chemical Kinetics and Dynamics. Prentice-Hall, Inc. New Jersey.
- Tjokroadikusumo, P. S.. 1986. HFS dan Industri Ubi Kayu Lainnya. Gramedia. Jakarta