

Model Perubahan Mutu Tepung Rebung selama Penyimpanan dalam Kemasan

by Gatot Priyanto

Submission date: 18-Jun-2023 10:48PM (UTC+0700)

Submission ID: 2118270888

File name: al_FKPTPI_UTM_Pro sidingg-Makalah_Gatot-Indah-basuni_d4-7-16.pdf (450.34K)

Word count: 5487

Character count: 32772

Model Perubahan Mutu Tepung Rebung selama Penyimpanan dalam Kemasan

(Quality Changes Models of Bamboo Shoot Flour in the Package during Storage)

Gatot Priyanto, I. Turama, dan B. Hamzah

Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Unsri dan Program Pascasarjana, Universitas Sriwijaya
Email address: gpri@ymail.com, Ph/fax: (0711) 580664

ABSTRACT

Research was objected to observe the bamboo shoot flour quality change model and its rate constant during storage at various conditions. The experiment was done basically on factorial completely randomized design with three replications. There are three treatment factors i.e. packaging (polyethylene and polypropylene), relative humidity (32 and 86 percent) and storage time (0, 10, 20 and 30 days). Quality parameters measured were moisture content, specific volume, browning index and solubility. The results show that bamboo shoot flour quality profile at the end of storage (30 days) was shown in the range value of moisture content about 7,8 to 8,7 percent, specific volume 2,73 to 3,01 mL/g, solubility 1,11 to 1.15 minutes/g browning index 0,60 to 0,65 Abs_{420nm}. There was significant effect of the treatments i.e. packaging and relative humidity on quality of bamboo shoot flour. The flour quality was changed during storage following zero and first order kinetic model. The rate constant of quality changes, respectively, for moisture content, specific volume, solubility, and browning index is $4,28$ to $7,25 \times 10^{-2} \% / \text{day}$; $7,11$ to $18,26 \times 10^{-3} \text{ mL/g/day}$; $5,959$ to $6,378 \times 10^{-2} \text{ per day}$; and $7,92$ to $10,43 \times 10^{-3} \text{ Abs}_{420\text{nm}} / \text{day}$, depend on relative humidity and packaging type.

Key words: bamboo shoot flour, quality, rate, models, storage

PENDAHULUAN

Tanaman bambu sangat penting dan banyak digunakan di berbagai wilayah, khususnya di negara Asia Timur sebagai bahan pangan, bahan bangunan dan berbagai kegunaan lain. Bagian bambu yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan adalah rebung yang baru muncul yang dipanen sebelum terjadi perkembangan serat yang nyata (Vincent, 1999). Rebung adalah tunas muda dari pohon bambu yang tumbuh dari akar pohon bambu. Rebung dapat diolah menjadi berbagai bahan makanan olahan diantaranya adalah asinan rebung, keripik rebung, dan rebung beku untuk bahan sayuran.

Daya simpan dan daya guna rebung dapat dipertahankan dengan mengolah rebung menjadi produk setengah jadi atau *intermediate* yaitu menjadi tepung sehingga dapat dimanfaatkan lebih lanjut. Tepung rebung merupakan salah satu pengembangan produk berbasis rebung. Baker (1988) mengklasifikasi produk baru dalam tiga kategori, yaitu (1) produk yang telah ada dikemas kembali, (2) produk lama yang diperbaiki versinya termasuk jenis kemasan dan *brand name* nya, dan (3) produk yang baru seutuhnya karena tidak dijumpai sebelumnya oleh konsumen.

Tepung rebung hingga saat ini belum dijumpai di pasaran, dan perlu dipromosikan untuk mencapai kualitas dengan *brand name* yang tepat dan *marketable*. Informasi mengenai model perubahan mutu tepung rebung diperlukan agar penanganan produk tersebut dapat dilakukan secara profesional dan konsistensi. Mutu produk hasil pertanian sangat penting diperhatikan karena penerimaan konsumen sangat tergantung kepada mutu tersebut. Perubahan mutu hasil pertanian dan produknya terjadi dengan pola tertentu. Menurut Lenz dan Lund (1980), perubahan mutu pangan selama penyimpanan dapat diikuti dengan pendekatan model kinetika reaksi kimia Labuza (1980) telah melaporkan kodifikasi konstanta laju perubahan mutu untuk beberapa produk pangan di Amerika Serikat. Menurut Saguy dan Karel (1980), pendekatan model kinetika reaksi kimia merupakan salah satu prosedur yang tepat untuk menggambarkan banyak proses perubahan yang terjadi pada bahan pangan. Beberapa kasus terakhir berkaitan dengan hal tersebut antara lain pendekatan model kinetika dalam pengeringan apel (Jokic, Velic, Lukinac, Planic dan Kojic, 2009), gelatinisasi pati (Ojeda, Tolaba dan Suarez, 2000) dan perubahan mutu tepung kecambah kacang hijau (Priyanto, Sari dan Hamzah, 2008),

Basis dasar persamaan model kinetika yang digunakan dalam pendekatan analisis kinetika untuk penduga perubahan mutu adalah $(dQ/dt) = k(Q)^n$, di mana Q : mutu, t : waktu, k : konstanta laju perubahan dan n : orde reaksi (Boekel, 1996). Konstanta laju perubahan mutu (k) merupakan suatu tetapan yang tergantung pada jenis bahan dan kondisi yang menyertainya. Ketergantungan konstanta tersebut pada kondisi suhu (T) umumnya valid dinyatakan dengan pendekatan model Arrhenius dengan persamaan $\ln k = \ln k_0 - E_a/(RT)$, di mana R adalah tetapan gas, T adalah suhu (Kelvin) dan E_a energi aktivasi. Kelembaban udara (RH) pada kondisi normal merupakan fungsi dari suhu. Dengan demikian, jika k merupakan fungsi dari T maka dapat dilakukan pendekatan bahwa RH berpengaruh pula terhadap nilai k . Pengaruh kondisi ekstrim RH, yaitu lembab atau kering, terhadap nilai k perlu diteliti lebih lanjut, mengingat kelembaban pada prakteknya keadaan kedua ekstrim kelembaban tersebut sering terjadi di masyarakat yang sedang menyimpan bahan. Priyanto (2009) melaporkan bahwa dengan pendekatan model kinetika dan perbandingan konstanta laju perubahannya maka analisis pengembangan dan perbandingan produk baru dapat dilaksanakan lebih mudah dan akurat.

Berdasarkan observasi berbagai peneliti terdahulu diketahui bahwa perubahan mutu pangan pada awal proses umumnya dapat dinyatakan dengan pendekatan model orde nol (Saguy, 1983). Bentuk terintegrasi dari model kinetika orde nol adalah: $Q_t = Q_0 \pm k(t)$, di mana Q_0 dan Q_t masing-masing adalah mutu bahan pada awal dan waktu t penyimpanan, sedangkan orde satu adalah $\ln Q_t = \ln Q_0 \pm k(t)$, (Boekel, 1996). Keuntungan ditemukannya model kinetika adalah bahwa mutu bahan pada waktu tertentu dapat mudah diprediksi. Penelitian mengenai model perubahan mutu tepung rebung hingga saat ini dibutuhkan dan belum dilakukan. Informasi mengenai kontanta laju perubahan mutu tepung rebung selama penyimpanan belum ada dan dibutuhkan untuk penyimpanan bahan tersebut.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan mutu tepung rebung selama penyimpanan dengan kemasan yang berbeda pada kondisi penyimpanan lembab dan kering. Selain itu juga untuk mengetahui model perubahan mutu rebung selama penyimpanan beserta konstanta laju perubahannya. Mutu rebung selama penyimpanan diduga berubah tergantung dari jenis kemasan dan kelembabannya. Model perubahan mutu tepung rebung tersebut dapat dinyatakan dengan pendekatan model kinetika reaksi kimia pada orde nol dan orde satu. Konstanta laju perubahan mutu tepung rebung selama penyimpanan diduga bervariasi menurut kelembaban dan kemasannya.

METODOLOGI

Bahan dan Alat

Bahan pokok yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: 1) rebung, 2) aquadest, 3) Na_2SO_4 , 4) MgCl_2 , 5) etanol absolut dan bahan-bahan untuk analisis/ pengukuran parameter. Rebung diperoleh dari daerah Semendo (Tanjung Enim, Sumsel), rebung berupa tunas bambu betung varietas lokal. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut : 1) baskom plastik, 2) pisau, 3) oven, 4) termometer, 5) timbangan analitik, 6) cawan porselin, 7) corong, 8) ayakan 80 mesh, 9) kertas saring, 10) labu Erlenmeyer, 11) hot plate, 12) spatula, 13) gelas Beaker, 14) penjepit, 15) blender, 16) Toples, 17) plastik polietilen, 18) plastik polipropilen, 19) desikator, dan (20) alat-alat lainnya untuk analisis /pengukuran parameter.

Metode Penelitian

Pembuatan Tepung Rebung

Rebung dipilih yang relatif seragam (panjang maksimum 40 cm dan diameter maksimum 20 cm), kemudian dikupas dan dicuci untuk memisahkan kulit dan menghilangkan kotoran yang melekat. Rebung yang telah bersih di blansing selama 5 menit. Sebanyak 1 Kg rebung di parut, diperas dan airnya dibuang. Kemudian dikeringkan dengan cara penjemuran/ pengeringan sinar matahari ($50\text{ }^\circ\text{C}$) hingga menjadi rebung parut kering. Bahan inselanjutnya digiling dengan menggunakan penggiling tepung dan diayak dengan ayakan ukuran $250\text{ }\mu\text{m}$ sehingga diperoleh tepung rebung yang siap dikemas dan disimpan sesuai perlakuan..

Pelaksanaan Percobaan

Percobaan dilaksanakan berdasarkan pola rancangan acak kelompok faktorial (RAKF) dengan tiga faktor perlakuan yaitu jenis kemasan (A), kelembaban relatif (B) dan Lama Penyimpanan (C). Percobaan diulang sebanyak tiga kali.

Taraf perlakuan dalam percobaan ini adalah:

1. Jenis Kemasan (A)

$A_1 = \text{Polyetilen}$

- A_2 = Polypropilen
2. Kelembaban Relatif (B)
 B_1 = Kelembaban Relatif 32 %
 B_2 = Kelembaban Relatif 86%
3. Lama Penyimpanan (C)
 C_0 = 0 hari
 C_1 = 10 hari
 C_2 = 20 hari
 C_3 = 30 hari

Pengukuran Parameter dan Analisis Data

Parameter yang diamati adalah kadar air (AOAC, 1995), volume spesifik (Hikam, 2007), kelarutan (Rekka dan Kourcunakis, 1994), dan indeks pencoklatan (Cohen *et al.*, 1994). Data yang diperoleh diolah dengan statistik parametrik berupa analisis keragaman dan uji lanjutnya untuk mengetahui pengaruh perlakuan. Konstanta laju perubahan mutu (k) dihitung berdasarkan model perubahan mutu yang disusun dan dianalisis dengan pendekatan model kinetika reaksi kimia orde nol, satu dan dua. Validitas model ditetapkan berdasarkan nilai koefisien determinasi (r^2) sebagaimana dikemukakan oleh Ganjlo, Rahmani, Bakar, Osman dan Bimaks, 2009).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air

Kadar air tepung rebung diukur sebelum masa simpan (nol hari penyimpanan) hingga penyimpanan hari ke 30. Selama penyimpanan terjadi perubahan kadar air (Gambar 1), dengan kisaran kadar air tepung rebung antara 6,29% sampai dengan 8,68%. Gambar 1 juga menunjukkan bahwa, tepung rebung meningkat kadar airnya, baik yang menggunakan kemasan polietilen maupun kemasan polipropilen.

Perubahan kadar air tepung rebung selama penyimpanan pada kondisi kering (RH 32%), masing-masing untuk yang dikemas dengan polietilen dan popipropilen, berdasarkan pendekatan model kinetika dapat dinyatakan dengan persamaan 1 ($r^2 = 0,723$) dan persamaan 2 ($r^2 = 0,734$) sebagai berikut:

$$Y_{w,ek} = 6,604 + 5,842 \times 10^{-2}(t) \dots\dots\dots (1)$$

$$Y_{w,pk} = 6,624 + 4,515 \times 10^{-2}(t) \dots\dots\dots (2)$$

Pada penyimpanan kondisi lembab (RH 86%) perubahan kadar air tepung rebung selama penyimpanan, masing-masing untuk yang dikemas dengan polietilen dan popipropilen, berdasarkan pendekatan model kinetika dapat dinyatakan dengan persamaan 3 ($r^2 = 0,914$) dan persamaan 4 ($r^2 = 0,926$) sebagai berikut:

$$Y_{w,el} = 6,588 + 7,255 \times 10^{-2}(t) \dots\dots\dots (3)$$

$$Y_{w,pl} = 6,951 + 4,277 \times 10^{-2}(t) \dots\dots\dots (4)$$

Berdasarkan persamaan (1) sampai dengan (4) tersebut di atas diketahui bahwa konstanta laju perubahan kadar air tepung rebung berkisar antara $4,277 \times 10^{-2}$ sampai dengan $7,255 \times 10^{-2}$ % per hari, tergantung dari jenis kemasan dan kelembabannya. Konstanta laju perubahan kadar air tepung yang disimpan pada kelembaban rendah (k_{wek}) hanya 81 persen daripada konstanta kelembaban tinggi (k_{wel}) jika tepung rebung dikemas dengan polietilen, tetapi jika dikemas dengan polipropilen tidak berbeda terlalu besar yaitu sekitar lima persen.

Konstanta laju perubahan kadar air yang lebih tinggi menunjukkan bahwa tepung tersebut relatif lebih cepat basah atau cepat menyerap air. Pada produk yang dikemas dengan polietilen, kondisi kelembaban yang tinggi bersinergi dengan permeabilitasnya polietilen menghasilkan *driving force* yang besar sehingga transfer massa yang terjadi lebih besar pula. Transfer massa yang lebih besar menyebabkan kadar air cepat meningkat yang ditunjukkan konstanta laju perubahan kadar air yang lebih tinggi dibandingkan lainnya. Tepung memiliki sifat higroskopis, yaitu mudah menyerap air (Chung *et al.*, 2000 dalam Arpah, Syarief, dan Daulay, 2002)

Analisis keragaman pada kadar air tepung rebung menunjukkan bahwa kelembaban relatif dan interaksi perlakuan berpengaruh nyata terhadap kadar air tepung rebung selama penyimpanan, sedangkan jenis kemasan tidak berpengaruh nyata. Lama penyimpanan berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air tepung rebung selama penyimpanan. Hasil uji BNJ pengaruh kelembaban dan lama penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Pada tepung rebung yang disimpan dalam ruang penyimpanan dengan kelembaban relatif yang tinggi memiliki nilai rerata kadar air yang tinggi yaitu sebesar 7,63% dan berbeda nyata dengan kadar air tepung dengan kelembaban yang rendah yaitu sebesar 7,39%. Perbedaan nilai rerata kadar air disebabkan oleh banyaknya uap air yang terdapat pada ruang penyimpanan dengan kelembaban yang tinggi. Tepung rebung memiliki kadar air yang rendah sehingga ketika tepung disimpan di dalam ruang penyimpanan dengan kelembaban relatif yang tinggi tepung akan menyerap uap air untuk mencapai kesetimbangan air yang ada di tepung dengan ruang penyimpanan.

Tabel 2. menunjukkan bahwa kadar air pada awal penyimpanan (nol hari) berbeda dengan setelah masa penyimpanan, sedangkan penyimpanan 10 hari tidak berbeda nyata dengan yang 20 hari, tetapi keduanya berbeda nyata dengan akhir penyimpanan (30 hari). Pola ini menunjukkan bahwa penyerapan air pada awalnya berlangsung relatif cepat, kemudian relatif konstan dan kemudian meningkat lagi. Hal ini sesuai dengan pola sorpsi isotermik dalam kasus penyimpanan, yang pada periode kesetimbangan kadar air terjadi tranfer massa relatif stabil.

Volume Spesifik

Volume spesifik tepung rebung mengalami peningkatan selama penyimpanan, hal ini dapat dilihat pada Gambar 2. Volume spesifik pada akhir penyimpanan meningkat rata-rata 16 persen, dari volume spesifik awal rata-rata sebesar 2,48 mL/g menjadi rata-rata 2,87 mL/g. Peningkatan volume spesifik menunjukkan bahwa selama penyimpanan terjadi peningkatan rasio volume per satuan berat meningkat Hal ini menunjukkan bahwa produk semakin kamba, dan kemasifannya lebih rendah Peningkatan kadar air menstimulir peregangan secara bertahap ke arah pemuaiian (*swelling*) sekelompok komponen tertentu dari makromolekul yang berada dalam tepung. Peningkatan volume terjadi lebih besar dibandingkan dengan kenaikan kadar air, sehingga meski ada kemungkinan bertambah bobot karena peningkatan kadar air namun lebih banyak perubahan volumenya sehingga volume spesifik meningkat.

Gambar 2 menunjukkan bahwa terdapat pola perubahan pada awalnya dengan kecondongan relatif sama meski beda kemasan dan kondisi kelembabannya. Analisis pola perubahan lebih lanjut dengan pendekatan model kinetika reaksi kimia diketahui bahwa model orde nol valid ($r^2 > 0,8$) untuk menyatakan perubahan dengan persamaan 5 sampai dengan 8 seperti tersebut di bagian berikut.

Perubahan volume spesifik tepung rebung selama penyimpanan pada kondisi kering (RH 32%), masing-masing untuk yang dikemas dengan polietilen dan popipropilen, berdasarkan pendekatan model kinetika dapat dinyatakan dengan persamaan 5 ($r^2 = 0,993$) dan persamaan 6 ($r^2 = 0,877$) sebagai berikut:

$$Y_{v,ek} = 2,517 + 13,217 \times 10^{-3}(t) \dots\dots\dots (5)$$

$$Y_{v,pk} = 2,528 + 7,107 \times 10^{-3}(t) \dots\dots\dots (6)$$

Pada penyimpanan kondisi lembab (RH 86%) perubahan kadar air tepung rebung selama penyimpanan, masing-masing untuk yang dikemas dengan polietilen dan popipropilen, berdasarkan pendekatan model kinetika dapat dinyatakan dengan persamaan 7 ($r^2 = 0,933$) dan persamaan 8 ($r^2 = 0,956$) sebagai berikut:

$$Y_{w,el} = 2,466 + 18,257 \times 10^{-3}(t) \dots\dots\dots (7)$$

$$Y_{w,pl} = 2,521 + 10,210 \times 10^{-3}(t) \dots\dots\dots (8)$$

Berdasarkan persamaan (5) sampai dengan (8) tersebut di atas diketahui bahwa konstanta laju perubahan volume spesifik tepung rebung berkisar antara $7,107 \times 10^{-3}$ sampai dengan $18,257 \times 10^{-3}$ mL/g per hari, tergantung dari jenis kemasan dan kelembabannya. Konstanta laju perubahan volume spesifik tepung rebung yang dikemas polietilen adalah sebesar $7,107 \times 10^{-3}$ mL/g pada penyimpanan kering (RH 32%) dan $10,210 \times 10^{-3}$ mL/g pada penyimpanan basah (RH 86%). Hal ini berarti bahwa peningkatan volume spesifik tepung yang disimpan dalam kemasan popipropilen lebih rendah dibandingkan dengan yang dikemas polietilen baik dalam penyimpanan basah maupun kering.

Perbedaan ini didukung pula oleh hasil analisis keragaman volume spesifik tepung yang menunjukkan bahwa perlakuan berbeda nyata. Hasil uji lanjut BNJ volume spesifik tepung rebung menunjukkan bahwa kemasan, kelembaban relatif lama penyimpanan, interaksinya antara kemasan dan lama penyimpanan, interaksi kemasan dan lama penyimpanan serta interaksi antara kelembaban relatif dan lama penyimpanan berpengaruh sangat nyata terhadap volume spesifik tepung rebung.

Jenis kemasan berpengaruh nyata terhadap volume spesifik tepung rebung (Tabel 3). Perbedaan karakteristik kemasan tersebut merupakan faktor penyebab utama beda nyata tersebut. Dalam hal ini menyangkut

karakteristik berupa permeabilitas kemasan terhadap gas termasuk uap air. Pada kelembaban yang sama, konstanta laju perubahan volume spesifik tepung yang dikemas dengan polietilen (k_{ve}) lebih besar 1,75 kalinya konstanta perubahan volume spesifik yang menggunakan polipropilen (k_{vp}).

Selain itu dari hasil uji lanjut juga dinyatakan bahwa kelembaban selama penyimpanan berbeda nyata pengaruhnya terhadap volume spesifik tepung rebung (Tabel 1). Tepung rebung dengan kadar air sekitar tujuh persen masih terjadi fenomena sorpsi isotermik untuk mencapai kesetimbangan kadar air. Pada kondisi penyimpanan kering (kelembaban rendah) *driving force* untuk mencapai kesetimbangan tersebut relatif rendah dibandingkan yang lebih lembab (kelembaban tinggi). Model kinetika dalam persamaan 4 sampai dengan 7, membuktikan bahwa konstanta laju perubahan volume spesifik rata-rata untuk tepung yang disimpan dalam kondisi kering (k_{vrk}) hanya sebesar 71 persen dari konstanta laju perubahan volume spesifik yang disimpan dalam kondisi kering (k_{vri}).

Lama penyimpanan berpengaruh nyata terhadap volume spesifik tepung rebung (Tabel 2). Semakin lama penyimpanan maka volume spesifik semakin meningkat sebagaimana terlihat dalam Gambar 2 dan diperlihatkan pula dalam rerata nilai pada Tabel 2. Pada penyimpanan hari ke-0 volume spesifik tepung rebung rata-rata sebesar 2,49 mL/g dan kemudian terus meningkat hingga pada hari ke-30 volume spesifik menjadi 2,86 mL/g. Perbedaan secara nyata tersebut disebabkan oleh karakteristik kemasan dalam merespons aksi lingkungan dan perubahan di dalam bahan. Dalam hal ini adanya peningkatan kadar air produk akan merubah nilai volume spesifik lebih cepat jika volume tidak berubah. Namun demikian perilaku tepung yang menyerap air tidak hanya menambah berat, tetapi juga dimungkinkan reformasi komponen, bentuk dan volume secara keseluruhan. Jadi peningkatan volume spesifik selama penyimpanan lebih disebabkan oleh reformasi fisik sehingga rasio volume per berat lebih besar.

Hasil uji lanjut BNJ menunjukkan bahwa interaksi kemasan dan lama penyimpanan berpengaruh nyata terhadap volume spesifik tepung rebung, demikian pula interaksi kelembaban relatif dengan lama penyimpanan. Interaksi tersebut mulai terlihat pada penyimpanan hari ke 20, yang dalam Gambar 2 ditunjukkan adanya peningkatan laju yang relatif berbeda. Analisis keragaman volume spesifik menunjukkan bahwa interaksi ketiga perlakuan (jenis kemasan, kelembaban dan lama penyimpanan) menunjukkan pengaruh berbeda tidak nyata, sehingga tidak dilakukan uji lanjutnya.

Kelarutan

Hasil percobaan menunjukkan bahwa kelarutan tepung rebung berkisar antara 0,15-1,15 menit/g. Kelarutan adalah istilah yang menunjukkan sifat mudah larut bahan dalam air panas melalui proses pengadukan sehingga tidak terdapat lagi partikel yang tampak. Kelarutan dinyatakan dalam waktu yang dibutuhkan oleh satu gram tepung rebung untuk melarut dalam 100 mL air pada suhu 100 °C. Profil mutu tepung selama penyimpanan berdasarkan rata-rata kelarutannya diperlihatkan dalam Gambar 3.

Gambar 3 menunjukkan bahwa kelarutan tepung rebung meningkat selama penyimpanan, pada awalnya rata-rata 0,16 menit/g meningkat relatif konstan hingga menit ke 20 dan kemudian meningkat lebih tinggi setelah menit ke 20 hingga mencapai rata-rata 1,14 menit/g pada akhir penyimpanan. Dalam hal ini terdapat pola peningkatan kelarutan tepung selama penyimpanan yang dapat dinyatakan dengan pendekatan model kinetika reaksi kimia. Hasil analisis model menunjukkan bahwa pola perubahan kelarutan tepung rebung valid dinyatakan dengan model kinetika orde satu ($n=1$) dengan koefisien determinasi (r^2) > 0,9.

Kelarutan tepung rebung digambarkan dalam model kinetika orde satu, dalam kondisi penyimpanan kering (RH 32%) masing-masing valid dinyatakan dengan persamaan 9 ($r^2 = 0,935$) dan persamaan 10 ($r^2 = 0,993$). Persamaan 9 untuk tepung yang dikemas polietilen dan persamaan 10 untuk polipropilen.

$$\ln Y_{s,ek} = -1,806 + 6,335 \times 10^{-2}(t) \dots\dots\dots (9)$$

$$\ln Y_{s,pk} = -1,858 + 6,340 \times 10^{-2}(t) \dots\dots\dots (10)$$

Tepung yang disimpan dalam kondisi lembab (RH 86%), kelarutannya berubah tergantung lama penyimpanan. Perubahan tersebut valid dinyatakan dengan pendekatan model kinetika orde satu dengan persamaan 11 ($r^2 = 0,978$) dan persamaan 12 ($r^2 = 0,987$), masing-masing untuk yang dikemas polietilen dan polipropilen.

$$\ln Y_{s,el} = -1,688 + 5,959 \times 10^{-2}(t) \dots\dots\dots (11)$$

$$\ln Y_{s,pl} = -1,817 + 6,378 \times 10^{-2}(t) \dots\dots\dots (12)$$

Berdasarkan persamaan 9 sampai dengan 12 tersebut di atas diketahui bahwa konstanta laju perubahan kelarutan tepung rebung berkisar antara $5,959 \times 10^{-2}$ sampai dengan $6,378 \times 10^{-2}$ per hari. Pada penyimpanan kering, konstanta laju perubahan kelarutan tepung yang dikemas polietilen hanya berbeda kurang dari tiga persen, tetapi pada penyimpanan lembab perbedaannya tujuh persen. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat interaksi pengaruh kelembaban dan jenis kemasan. Hasil analisis keragaman kelarutan tepung rebung menunjukkan bahwa jenis kemasan dan kelembaban beserta interaksinya berbeda nyata. Selanjutnya dengan uji lanjut BNJ, diperoleh hasil bahwa pengaruh jenis kemasan berbeda nyata sebagaimana terlihat pada Tabel 3.

Tabel tersebut juga menunjukkan bahwa meski rerata kelarutan berbeda hanya 0,02 menit/g, namun angka tersebut secara nyata menunjukkan adanya pengaruh yang berbeda nyata dari jenis kemasan. Permeabilitas massa kemasan merupakan faktor penyebab perbedaan pengaruh tersebut. Hal ini selaras juga dengan model kinetika perubahan kadar air, yang menunjukkan bahwa laju perubahan kadar air tepung dalam kemasan polietilen lebih besar dibanding polipropilen. Keadaan ini menyebabkan akumulasi air yang lebih besar pada tepung dikemas polietilen, sehingga membentuk kawasan komponen hidrofil yang meningkatkan kelarutan tepung rebung. Ukuran partikel tepung yang relatif kecil merefleksikan luas permukaan yang relatif besar yang memudahkan air untuk membasahi tepung lebih cepat dibandingkan bahan lain yang ukuran partikelnya lebih besar (Hartoyo dan Sunandar, 2006).

Uji lanjut BNJ pengaruh kelembaban terhadap kelarutan tepung menunjukkan bahwa pengaruh kelembaban berbeda nyata (Tabel 1). Pada kasus penyimpanan ini, kelembaban tinggi menyebabkan *drivingforce* lebih besar daripada kelembaban rendah, sehingga tepung yang berada pada kelembaban tinggi lebih banyak terbentuk komponen *front* hidrofil yang memungkinkan kelarutan lebih besar.

Analisis keragaman juga menunjukkan bahwa lama penyimpanan berpengaruh nyata terhadap kelarutan tepung rebung. Pada awal penyimpanan (0 hari) kelarutan rata-ratanya sebesar 0,16 menit/g, kemudian bertambah secara nyata pada pengukuran setiap 10 hari waktu penyimpanan. Hasil uji lanjut dengan BNJ memperkuat bukti bahwa waktu penyimpanan berpengaruh nyata, baik antara awal dengan akhir periode penyimpanan maupun dalam pertengahan periode penyimpanan (Tabel 2).

Peningkatan rata-rata kelarutan tepung rebung terjadi selama penyimpanan. Uji lanjut BNJ menunjukkan bahwa lama penyimpanan berpengaruh nyata terhadap kelarutan tepung (Tabel 3). Semakin lama penyimpanan menyebabkan waktu yang dibutuhkan oleh tepung untuk larut dalam 100 mL air dengan suhu 100°C semakin lama. Rerata kelarutan yang paling tinggi adalah pada penyimpanan ke-30 hari yaitu sebesar 1,14 menit.

Kemasan dan kelembaban ruang penyimpanan berpengaruh nyata terhadap kelarutan tepung rebung.. Rerata kelarutan tepung rebung yang paling rendah adalah pada tepung dengan kemasan polipropilen dan kelembaban 32% yaitu sebesar 6,21 menit. Rerata kelarutan tepung rebung yang paling tinggi adalah pada tepung rebung dengan kemasan polietilen dan kelembaban relatif 86% yaitu sebesar 6,74%. Peningkatan waktu yang dibutuhkan untuk melarutkan 1 gram tepung rebung disebabkan oleh peningkatan kandungan air yang terdapat pada tepung. Tepung rebung dengan kemasan polietilen pada kelembaban ruang penyimpanan 86% memiliki kadar air yang tinggi yaitu sebesar 7,68%, sehingga tepung membutuhkan waktu yang lebih lama untuk larut dalam air.

Interaksi kemasan, kelembaban ruang penyimpanan dan lama penyimpanan berpengaruh nyata terhadap kelarutan tepung rebung. Namun demikian, interaksi tersebut berbeda tidak nyata pada waktu penyimpanan yang sama. Interaksi berbeda nyata hanya pada waktu penyimpanan yang berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa lama penyimpanan merupakan faktor dominan yang menentukan interaksi perlakuan tersebut. Kelarutan tepung rebung sebelum disimpan berkisar 0,15 – 0,18, pada saat disimpan 10 hari pada 0,3 -0,38 menit/gram. Nilai kelarutan yang tinggi terjadi pada penyimpanan 20 hari yaitu 0,5 – 0,53 menit/gram, dan yang tertinggi terjadi pada saat disimpan 30 hari yaitu berkisar antara 1,11 -1,15 menit/gram. Peningkatan waktu melarut disebabkan oleh adanya kecenderungan aglomerasi atau penggumpalan akibat penyimpanan.

Indeks Pencoklatan

Indeks tepung rebung terus mengalami peningkatan selama penyimpanan, tergantung pada jenis kemasan dan kelembabannya (Gambar 4). Indeks pencoklatan tepung rebung yang paling tinggi selama 30 hari penyimpanan adalah pada tepung rebung dengan perlakuan kemasan polietilen yang disimpan pada kelembaban relatif 86% dan yang paling rendah adalah pada tepung rebung dengan kemasan polipropilen pada kelembaban relatif 32%. Peningkatan indeks pencoklatan menunjukkan bahwa tepung rebung tersebut mengandung preskursor pencoklatan. Priyanto, Sari dan Hamzah (2008) melaporkan peristiwa sejenis pada tepung kecambah kacang hijau yang pencoklatannya didominasi oleh hasil reaksi Maillard. Meskipun demikian fenomena pencoklatan tersebut juga dapat disebabkan oleh reaksi oksidasi, yaitu berupa oksidasi polifenol yang membentuk quinon (Nafi, 2006)

Indeks pencoklatan rata-rata pada kondisi awal (penyimpanan nol hari) sebesar 0,17 Abs_{420nm}, kemudian meningkat hingga mencapai rata-rata 0,32 Abs_{420nm}. Perubahan indeks pencoklatan tepung rebung selama penyimpanan pada kondisi kering (RH 32%), masing-masing untuk yang dikemas dengan polietilen dan popipropilen, berdasarkan pendekatan model kinetika orde ke nol valid dinyatakan dengan persamaan 13 ($r^2 = 0,913$) dan persamaan 14 ($r^2 = 0,993$) sebagai berikut:

$$Y_{i,ek} = 0,369 + 1,043 \times 10^{-2}(t) \dots\dots\dots (13)$$

$$Y_{i,pk} = 0,367 + 0,792 \times 10^{-2}(t) \dots\dots\dots (14)$$

Pada penyimpanan kondisi lembab (RH 86%) perubahan indeks pencoklatan tepung rebung selama penyimpanan, masing-masing untuk yang dikemas dengan polietilen dan popipropilen, berdasarkan pendekatan model kinetika orde ke nol dan valid dinyatakan dengan persamaan 15 ($r^2 = 0,911$) dan persamaan 16 ($r^2 = 0,990$) sebagai berikut:

$$Y_{i,el} = 0,391 + 1,010 \times 10^{-2}(t) \dots\dots\dots (15)$$

$$Y_{i,pl} = 0,352 + 0,987 \times 10^{-2}(t) \dots\dots\dots (16)$$

Berdasarkan persamaan (13) sampai dengan (16) tersebut di atas diketahui bahwa konstanta laju perubahan indeks pencoklatan tepung rebung berkisar antara $0,792 \times 10^{-2}$ sampai dengan $1,043 \times 10^{-2}$ Abs_{420nm} per hari, tergantung dari jenis kemasan dan kelembabannya. Konstanta laju perubahan indeks pencoklatan tepung pada penyimpanan kering lebih tinggi 1,03 x dibandingkan dengan yang pada kondisi lembab jika dikemas polietilen, tetapi pada kemasan popipropilen terjadi sebaliknya yaitu yang disimpan pada kondisi lembab lebih tinggi 25 persen dibanding konstanta pada kondisi kering. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun terdapat interaksi antara kemasan dengan kelembaban penyimpanan, namun hanya menyebabkan perbedaan nilai konstanta laju perubahan indeks yang relatif kecil (tidak lebih dari 30 persen). Hal ini ditunjang oleh hasil analisis lanjut dengan uji beda nyata jujur (BNJ) terhadap interaksi yang menunjukkan bahwa interaksi hanya berbeda nyata pada kondisi ekstrim yang kedua perlakuannya (kemasan dan RH) nyata berbeda. Konstanta laju perubahan indeks pencoklatan yang tinggi menunjukkan bahwa tepung tersebut relatif lebih cepat coklat dibandingkan yang bernilai lebih rendah. Model tersebut di atas menunjukkan bahwa tepung rebung yang disimpan pada kelembaban yang rendah relatif lebih lambat terjadinya pencoklatan dibandingkan dengan yang kelembaban tinggi. Pada kelembaban yang tinggi pada produk yang dikemas dengan polietilen terjadi akselerasi pembentukan warna coklat. Kondisi sebaliknya terjadi jika produk dikemas dengan kemasan polipropilen, di mana tepung yang disimpan pada kelembaban tinggi lebih cepat terjadi pencoklatan.

Indeks pencoklatan mengalami peningkatan selama penyimpanan. Nilai rerata indeks pencoklatan pencoklatan yang paling rendah adalah pada penyimpanan 0 hari yaitu sebesar 0,17 dan yang paling tinggi adalah pada tepung rebung dengan lama penyimpanan 30 hari yaitu sebesar 0,32 Hasil uji lanjut terhadap pengaruh lama penyimpanan terhadap indeks pencoklatan menunjukkan bahwa indeks kecoklagtan pada sampai hari ke 10 tidak berbeda nyata, demikian pula pada sepuluh hari terakhir. Namun terdapat perbedaan indeks pencoklatan sepuluh hari pertama dengan sepuluh hari terakhir sebagaimana terlihat dalam Tabel 2. Analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan kemasan, kelembaban relatif dan interaksi antara kemasan dan kelembaban relatif berpengaruh sangat nyata terhadap indeks pencoklatan tepung rebung. Hasil uji lanjut BNJ menunjukkan bahwa kemasan tepung rebung berpengaruh nyata terhadap indeks pencoklatan tepung rebung (Tabel 3). Tepung rebung yang dikemas dengan plastik polietilen rerata indeks pencoklatannya lebih tinggi yaitu 0,53 dibandingkan tepung rebung yang dikemas dengan plastik polipropilen yaitu 0,49 Abs_{420nm}

KESIMPULAN

1. Tepung rebung berubah mutunya selama penyimpanan, yaitu selama penyimpanan terjadi peningkatan kadar air, volume spesifik kelarutan, dan indeks pencoklatan.
2. Model kinetika orde ke nol valid digunakan untuk menggambarkan perubahan kadar air, volume spesifik dan indeks pencoklatan tepung rebung selama penyimpanan. Masing-masing model tersebut mempunyai konstanta laju berkisar $4,28 \times 10^{-2}$ sampai dengan $7,25 \times 10^{-2}$ % per hari; $7,11 \times 10^{-3}$ sampai dengan $18,26 \times 10^{-3}$ mL/g/hari; dan $7,92 \times 10^{-3}$ sampai dengan $10,43 \times 10^{-3}$ Abs_{420nm} /hari, tergantung dari kelembaban dan jenis kemasaannya.

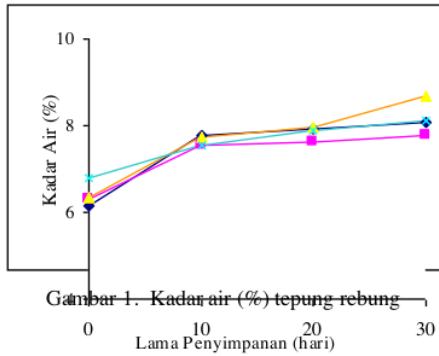
3. Model kinetika orde ke satu valid digunakan untuk menggambarkan perubahan kelarutan tepung rebung selama penyimpanan, dengan konstanta laju perubahan kelarutan sebesar $5,959 \times 10^{-2}$ sampai dengan $6,378 \times 10^{-2}$ per hari
4. Kelembaban relatif ruang penyimpanan berpengaruh terhadap peningkatan kadar air, kelarutan dan volume spesifik tepung rebung, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap pencoklatan. Kemasan berpengaruh nyata terhadap kelarutan, volume spesifik dan indeks pencoklatan, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air tepung rebung.
5. Kadar air tepung rebung selama penyimpanan bervariasi antara 7,8 sampai dengan 8,7 persen, volume spesifik 2,73 sampai dengan 3,01 mL/g, kelarutan 1,11 sampai dengan 1,15 menit/g dan indeks pencoklatan 0,60 sampai dengan 0,65 Abs_{420nm} tergantung pada kelembaban dan jenis kemasannya.

DAFTAR PUSTAKA

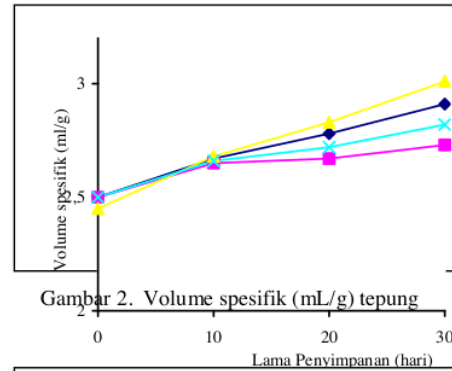
- Arpah, M., R. Syarif, dan S. Daulay. 2002. Penerapan Uji *DUC (Days Until Caking)* dalam Penetapan Waktu Kadaluarsa Tepung. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* Vol XIII (3) : 217-223.
- AOAC. 1995. *Official Methods Of An Analysis Of Official Analytical Chemistry*. Washington D.C. United State Of America.
- Baker, R.C., P.W. Hann dan K.R. Robbins. 1988. *Fundamentals of New Product Development*. Elsevier, New York-Tokyo.
- Cohen, E., Y. Birk, C.H. Mannheim, dan I. Saguy. 1994. Kinetic Parameter for Quality Change Thermal Processing of Grape Fruit. *Journal of Food Science*, 59 (1):155-158.
- Ganjiloo, A., R.A. Rahmani, J. Bakar, A. Osman dan M. Bimaks. 2009. Modelling the kinetics of seedless guava (*Psidium guajava* L.) peroxidase inactivation due to heat and thermosonication treatments. *International J.of Eng. and Technol.* 1(4):306-312
- Jokic, S., D. Velic, M. Bilic, J. Lukinac, M. Planinic dan A.B. Kojic. 2009. Influence of process parameters and pre-treatments on quality and drying kinetics of apple samples. *Czech J. Food Sci.* 27(2): 88-93
- Hartoyo, A. dan F.H. Sunandar. 2006. Pemanfaatan Tepung Komposit Ubi Jalar Putih (*Ipomea batatas* L) Kecambah Kedelai (*Glycine max Merr.*) Dan Kecambah kacang Hijau (*Virginia radiata* L) Sebagai Substituen Parsial Terigu Dalam Produk Pangan Alternatif Biskuit kaya Energi Protein. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* Vol XVII (1).
- Hikam, M. 2005. Termodinamika. (Online) (http://kuliah.fisika.ui.ac.id/thermodinamika/pdf_bab/thmd01.pdf, diakses 2 November 2007)
- Labuza, T.P. 1980. Enthalpy entropy compensation on food reaction. *Food Technol.* Feb.: 67-71
- Lenz, M.K dan D.B. Lund. 1980. Experimental procedures for determining destruction kinetics of food component. *Food Technol.* Feb.:51-54
- Nafi, A., T. Susanto, dan A. Subagio. 2006. Pengembangan Tepung Kaya Protein (TKP) dari Koro Komak (*Lablab purpureus* (L) *Sweet*) dan Koro Kratok (*Phaseolus lunatus*). *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* Vol XVII (3) : 159-165.
- Ojeda, C.A., M.P. Tolaba dan C. Suarez. 2000. Modelling starch gelatinization kinetics of milled rice flour. *Cereal Chem.* 77(2): 145-149
- Priyanto, G., G. Sari, dan B. Hamzah. 2008. Profil dan Laju Perubahan Mutu Tepung Kecambah Kacang Hijau selama Penyimpanan. *J. Agribisnis dan Industri Pertanian*. Vol VII (3): 347-359
- Priyanto, G. 2009. Aplikasi Kodel Kinetika dalam Pengembangan Produk Baru. *Dinamika Penelitian BIPA* Vol XX (35): 1-8
- Rekka, E.A., dan Kourcunakis. 1994. *Investigation Of the Molecular Mechanism Of The Antioxidant Of Some Allium sativum* Ingredients Pharamatie. London.
- Saguy, I. dan M. Karel. 1980. Modelling of quality deterioration during food processing and storage. *Food Technol.* Feb.:78-82
- Vincent, E., Rubatzky dan Yamaguchi, M. 1999. *Sayuran Dunia 3*. Penerbit ITB. Bandung.
- van Boekel, M.A.J.S. 1996. Statistical aspect of kinetic modelling for food science problem. *J. Food Sci.* 61(3):477-481

NOMENCLATURE

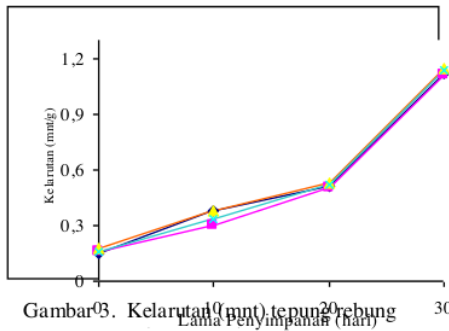
Y : Nilai parameter mutu (sesuai indeks yang mengikuti) t : lama penyimpanan (hari) Abs_{420nm}: Absorbansi pada panjang gelombang 420 nm, **Indeks (subscript)**: w: kadar air v: volume spesifik s: kelarutan i: indeks pencoklatan e: kemasan polietilen p: kemasan polipropilen k: kering (RH 32%) l: lembab (RH 86%)



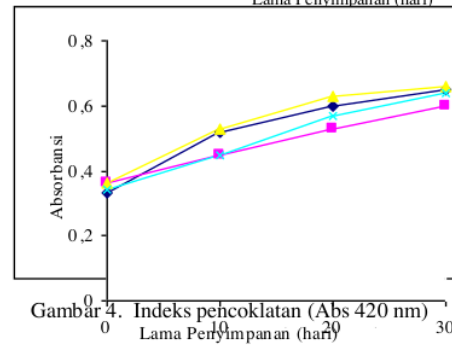
Gambar 1. Kadar air (%) tepung rebung
Lama Penyimpanan (hari)



Gambar 2. Volume spesifik (mL/g) tepung
Lama Penyimpanan (hari)



Gambar 3. Kelarutan (mg/g) tepung rebung
Lama Penyimpanan (hari)



Gambar 4. Indeks pencoklatan (Abs 420 nm)
Lama Penyimpanan (hari)

Tabel 1. Uji BNP terhadap Pengaruh Kondisi RH Penyimpanan

Kelembaban	Kadar Air (%)		Volume spesifik (mL/g)		Kelarutan (menit/g)	
	rerata	BNJ*	rerata	BNJ*	rerata	BNJ*
RH 32%	7.39	a	2.67	a	0.53	a
RH 86%	7.63	b	2.71	b	0.55	b

*Keterangan : Huruf yang tidak sama pada kolom BNJ (5%) menunjukkan nilai yang diikutinya berbeda nyata

Tabel 2. Uji Lanjut BNJ terhadap Pengaruh Lama Penyimpanan

Lama Penyimpanan	Kadar Air (%)		Volume spesifik (mL/g)		Kelarutan (menit)		Indeks Pencoklatan (Abs 420 nm)	
	rerata	BNJ*	rerata	BNJ*	rerata	BNJ*	rerata	BNJ*
0 hari	6.40	a	2.49	a	0.16	a	0.17	a
10 hari	7.65	b	2.66	b	0.36	b	0.24	b
20 hari	7.84	b	2.75	c	0.52	c	0.29	c
30 hari	8.18	c	2.86	d	1.14	d	0.32	c

*Keterangan : Huruf yang tidak sama pada kolom BNJ (5%) menunjukkan nilai yang diikutinya berbeda nyata, sedangkan untuk huruf yang sama menunjukkan nilai tersebut berbeda tidak nyata

Tabel 3. Uji Lanjut BNJ terhadap pengaruh Jenis Kemasan

Jenis kemasan	Volume spesifik (mL/g)		Kelarutan (menit)		Indeks Pencoklatan (Abs 420 nm)	
	rerata	BNJ*	rerata	BNJ*	rerata	BNJ*
Polipropilen	2.65	a	0.53	a	0.49	a
Poliethilen	2.73	b	0.55	b	0.53	b

*Keterangan : Huruf yang tidak sama pada kolom BNJ (5%) menunjukkan nilai yang diikutinya berbeda nyata

Model Perubahan Mutu Tepung Rebung selama Penyimpanan dalam Kemasan

ORIGINALITY REPORT

12%

SIMILARITY INDEX

10%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

5%

STUDENT PAPERS

MATCH ALL SOURCES (ONLY SELECTED SOURCE PRINTED)

6%

★ repository.unej.ac.id

Internet Source

Exclude quotes On

Exclude matches < 1%

Exclude bibliography On