

PROFIL DAN LAJU PERUBAHAN MUTU TEPUNG KECAMBAH KACANG HIJAU SELAMA PENYIMPANAN

Oleh:

Gatot Priyanto¹, Gusten Sari², dan Basuni Hamzah¹

¹) Staf Pengajar Fakultas Pertanian dan Program Pascasarjana Unsri

²) Alumni PS Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Unsri

Contact person address: mas.pri1@gmail.com

ABSTRACT

The objective of this research was to observe the quality change model and its rate constant of germinated mung beans flour during storage. The experiment was conducted on factorial completely randomized design and three replications. There are two treatment factors. i.e. packaging (polypropylene and metalized foil) and storage time (0, 10, 20 and 30 days). Quality was expressed by some observed parameters, i.e. moisture content, specific volume, solubility, browning index, repose angle. The results show that the quality of germinated mung beans flour was changed during storage. The quality was significantly influence both by the package and storage time. Kinetics studies on that changes show that the quality was changed following the zeroth order kinetics mode. The rate constant of quality changes, respectively for moisture content, browning index, specific volume, solubility, and repose angle is $2,22 \times 10^{-2}$ % /day, $2,60 \times 10^{-3}$ Abs_{420nm} /day, $6,1 \times 10^{-3}$ mL/g/day, $14,0 \times 10^{-3}$ menit/g/day and $26,37 \times 10^{-2}$ /day for the flour packed by polypropylene. The lower one was shown on the flour packed by metalized foil in exception for moisture content and browning index. The average physical quality profile of the flour was observed in the range value of moisture content 3,4 to 4,2 percent, browning index 0,45 to 0,53 Abs_{420nm}, specific volume 1,58 to 1,75 mL/g, solubility 1,17 to 1.48 minutes/g, and repose angle 34,4 to 41.62°, while the sensories quality profile was described on hedonic score of flavor, color and texture at the second to three level score (not satisfy to satisfy score). Therefore it needs to develop flour processing as well as the packaging method in order to obtain the satisfy sensories quality of mung beans flour.

Keywords: quality, rate of change, flour, packaging, storage

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penganekaragaman sumber pangan dan gizi merupakan salah satu isu penting dalam upaya meningkatkan mutu ketahanan pangan nasional dan keluarga. Ketersediaan bahan pangan non beras merupakan salah satu kendala dalam diversifikasi sumber pangan. Pada saat ini, ketersediaan tepung terigu relatif lebih banyak dibandingkan dengan tepung lainnya, sedangkan produk tersebut bersumber dari material impor. Produk pangan yang import terus menerus tentunya dapat menjadi sumber ancaman terhadap ketahanan pangan dalam negeri (Hartoyo dan Sunandar, 2006). Di pihak lain meskipun teknologi prosesing tepung non beras dan non terigu telah tersedia, namun penanganan pasca prosesing yang buruk menyebabkan kualitas tepung

menurun dengan cepat dan berakhir pada kerusakan serta hilangnya dayaguna produk.

Menurut Suhaidi (2003), penting diciptakannya suatu produk pangan yang dapat memenuhi kriteria sebagai pangan alternatif yang kaya gizi dan energi seperti pangan berkarbohidrat dan berprotein. Kacang hijau merupakan salah satu hasil pertanian yang sangat penting artinya sebagai bahan makanan, karena mengandung protein tinggi, sebanyak 24% dan susunan asam amino esensialnya lengkap serta sesuai sehingga protein kacang hijau mempunyai mutu yang mendekati mutu protein hewani.

Astawan (2003) menyatakan bahwa potensi pemanfaatan kacang hijau selain sebagai bubur dan kolak, adalah kecambah kacang hijau yang juga dikenal dengan nama tauge. Kecambah adalah biji kacang-kacangan yang sudah bertunas. Proses perkecambahan yang dilakukan pada kacang hijau

diyakini dapat memberikan keuntungan dengan meningkatkan daya cerna, menurunkan senyawa antinutrisi, menambah mikronutrien seperti asam amino, mineral maupun vitamin (Astawan, 2003). Meskipun potensi gizi kecambah yang cukup besar tapi daya tahan simpannya sangat rendah. Upaya teknologi untuk perpanjangan umur simpan sekaligus memperluas daya gunanya dapat dilakukan dengan konversi wujud menjadi tepung kecambah dan disimpan dalam kemasan.

Menurut Buckle *et al.*, (2007), pengemasan merupakan suatu cara dalam memberikan perlindungan pada bahan pangan terhadap berbagai sumber kerusakan fisik, biologis maupun kimia. Dengan adanya perlindungan tersebut maka resiko alami produk akan menurun, dan daya simpannya lebih lama (Priyanto, 1990).

Mutu produk hasil pertanian sangat penting diperhatikan karena penerimaan konsumen sangat tergantung kepada mutu tersebut (Soekarto, 1990). Ekspresi profil mutu dinyatakan dengan parameter mutu yang diukur, seperti sifat-sifat fisik dan organoleptik, dan pada beberapa produk juga sifat kimia dan biologis, tergantung jenis dan sifat produknya. Perubahan mutu pangan selama penyimpanan dapat diikuti dengan pendekatan model kinetika reaksi kimia (Lenz dan Lund, 1980). Labuza (1980) telah melaporkan kodifikasi konstanta laju perubahan mutu untuk beberapa produk pangan di Amerika Serikat. Priyanto (1997) telah menggunakan pendekatan model kinetika untuk prediksi waktu dan optimasi *aseptic processing* pada pengolahan nenas. Pendekatan model kinetika reaksi kimia merupakan salah satu prosedur yang tepat untuk menggambarkan banyak proses perubahan yang terjadi pada bahan pangan (Saguy dan Karel, 1980).

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). Secara teoritis nilai n dapat mencapai nilai tak terhingga, tetapi yang sering ditemukan dalam kasus reaksi kimia sampai dengan orde tiga. Pada kasus mutu pangan orde reaksi umumnya berkisar pada orde nol dan satu, serta pada frekuensi lebih jarang pada orde dua (Saguy, 1983). Menurut Sweinbourne (1971), perbedaan hasil analisis antara orde nol dan orde satu tidak berbeda nyata, dengan beda maksimal sepuluh persen. Berdasarkan observasi berbagai peneliti 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 ke- t penyimpanan (Boekel, 1996).

Model perubahan mutu sangat berguna dalam memprediksi mutu pada waktu yang dibutuhkan, terutama dengan diketemukannya konstanta laju perubahan mutu (k). Profil mutu hasil pertanian dan pangan dapat diprediksi dengan model tersebut, dan karena itu dimungkinkan pendugaan waktu kedaluwarsa yang lebih tepat.

B. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui profile mutu dan laju perubahan mutu fisik tepung kecambah kacang hijau dalam kemasan selama penyimpanan. Selain itu juga mengkaji pengaruh faktor penyimpanan dan pengemasan.

C. Hipotesis

Mutu tepung selama penyimpanan berubah yang dapat dinyatakan dengan pendekatan model kinetika orde nol. Profil mutu tepung kecambah kacang hijau dipengaruhi oleh lama penyimpanan dan jenis kemasan yang digunakan.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Inderalaya. Pekerjaan penelitian dilaksanakan pada bulan Februari sampai dengan April 2008.

A. Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut : 1) kecambah kacang hijau, 2) aquadest, dan 3) ethanol. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: 1) baskom plastik, 2) sarung tangan, 3) panci, 4) blender, 5) timbangan analitik (Chiyo), 6) tampah, 7) cawan porselin, 8) Spektrofotometer, 9) oven (Mettler skala suhu 30-200°C), 10) Erlenmeyer, 11) hot plate, 12) spatula, 13) gelas Beaker, 14) pipet tetes, 15) gelas ukur, 16) pisau, 17) ayakan 250 mikron, 18) eksikator, 19) plastik polipropilen, dan 20) *metalized foil*.

B. Metode Penelitian

1. Rancangan Percobaan

Percobaan dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap faktorial dengan 2 faktor

perlakuan yaitu jenis kemasan (A) dan lamanya penyimpanan (B). Percobaan diulang sebanyak 3 kali. Adapun rincian perlakuannya adalah sebagai berikut:

- a. Jenis Kemasan (A)
 - A₁ : Polipropilen
 - A₂ : *Metalized foil*
- b. Lamanya penyimpanan (B)
 - B₁ : 0 hari
 - B₂ : 10 hari
 - B₃ : 20 hari
 - B₄ : 30 hari

2. Prosedur Kerja

Cara kerja dalam penelitian ini terdiri dari serangkaian pekerjaan yaitu: pembuatan tepung kecambah kacang hijau, pengemasan, penyimpanan dan pengamatan/pengukuran parameter mutu serta analisis data yang akan dibahas di bagian berikut.

- a. Kecambah berwarna putih cerah, yang telah berumur dua hari dengan panjang 2-3 cm, dicuci dengan air bersih kemudian ditiriskan. Preparat kemudian dikeringkan dengan panas sinar matahari ($\pm 60^{\circ}\text{C}$) selama 6 jam. Selanjutnya dilakukan pembuangan kulit ari dan sortasi, dan dihaluskan serta diayak (100 mesh) menjadi tepung kecambah dimaksud.
- b. Sejumlah sampel tepung dimasukkan dalam kemasan yang telah dipersiapkan dan diberi label sesuai perlakuan. Kemasan poli propilen dilakukan *seal* (penutupan) sebanyak dua kali, sedangkan *metalized foil* dengan dilipat empat kali lipatan berturutan.
- b. Kemasan yang diisi disimpan pada tempat penyimpanan ($\pm 28^{\circ}\text{C}$). Pengamatan/ pengambilan sampel dilakukan pada 0, 10, 20 dan 30 hari lama penyimpanan dengan pengukuran parameter mutu yang telah ditetapkan.

3. Parameter Mutu dan Analisis Data

Profil mutu dinyatakan dengan peubah/ parameter mutu fisik dan organoleptik. Parameter mutu fisik dan pengukurannya adalah sebagai berikut: kadar air (AOAC, 1995), indeks kecoklatan (Cohen *et al.*, 1994), volume spesifik (Hikam, 2007), kelarutan (Rekka dan Kourcunakis, 1994), sudut repos (Hartoyo dan Sunandar, 2006), sedangkan parameter organoleptik berupa aroma, kenampakan dan tekstur dengan uji mutu hedonik menurut Soekarto (1985).

Analisis data berupa analisis parametrik yang diterapkan pada data pengukuran sifat/parameter fisik, sedangkan data organoleptik diolah dengan analisis data sensoris (pendekatan analisis Conover).. Analisis data parametrik diarahkan untuk melihat pengaruh

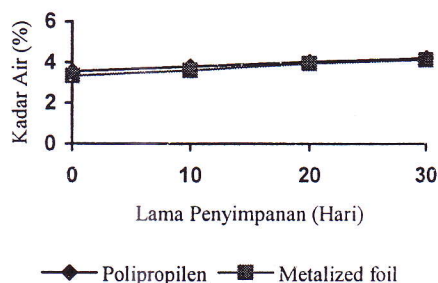
faktor dengan analisis keragaman, dan bagi perlakuan yang berbeda nyata akan dilanjutkan dengan uji lanjutan (BNJ).

Model perubahan mutu tepung kecambah selama penyimpanan dibuat dengan pendekatan model kinetika reaksi kimia (Labuza, 1980) yang koefisien determinasinya (r^2) tertinggi atau lebih besar dari 0,85. Konstanta laju perubahan mutu dihitung dengan melihat besaran nilai *k* yang ditunjukkan oleh model perubahan mutu tersebut di atas (Saguy, 1983).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kadar Air

Pengukuran kadar air dilakukan pada tepung kecambah kacang hijau dengan penyimpanan 0 hari sampai 30 hari. Kadar air tepung kecambah kacang hijau berkisar antara 3,33% sampai 4,22% dengan rata-rata 3,82%, kadar air tepung kecambah kacang hijau yang tertinggi diperoleh penyimpanan 30 hari yang menggunakan kemasan polipropilen sebesar 4,22%, sedangkan kadar air tepung kecambah kacang hijau yang terendah diperoleh pada penyimpanan 0 hari yang menggunakan kemasan *metalized foil* sebesar 3,33%. Kadar air rata-rata tepung kecambah kacang hijau selama penyimpanan diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kadar air rata-rata tepung kecambah kacang hijau

Gambar 1 menunjukkan bahwa, selama penyimpanan kadar air tepung kecambah kacang hijau meningkat, baik yang menggunakan kemasan *metalized foil* maupun kemasan polipropilen. Kadar air tepung selama penyimpanan berkisar antara 3,3 % (pada awal penyimpanan) sampai dengan 4,2 % (setelah penyimpanan 30 hari). Perubahan kadar air tepung selama penyimpanan, masing-masing untuk yang dikemas dengan popipropilen dan *metalized foil*, berdasarkan pendekatan model kinetika dapat

dinyatakan dengan persamaan 1 ($r^2 = 0,997$) dan persamaan 2 ($r^2 = 0,983$) sebagai berikut:

$$Y_{w,p} = 3,5635 + 0,0222(t) \dots\dots\dots (1)$$

$$Y_{w,m} = 3,3465 + 0,0271(t) \dots\dots\dots (2)$$

Berdasarkan persamaan (1) dan (2) tersebut diketahui bahwa laju perubahan mutu kadar air tepung sebesar $2,22 \times 10^{-2}$ % per hari untuk yang dikemas dengan polipropilen, sedangkan yang dikemas dengan *metalized foil* kontanta laju perubahannya sebesar $2,71 \times 10^{-2}$ % per hari. Perbedaan nilai laju perubahan tersebut menunjukkan bahwa kemasan mempunyai pengaruh berbeda dalam perubahan kadar air tepung.

Analisis keragaman kadar air tepung menunjukkan bahwa perlakuan berbeda nyata. Uji lanjut terhadap pengaruh kemasan diperlihatkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Uji BNJ pengaruh jenis kemasan terhadap kadar air tepung kecambah kacang hijau

Jenis Kemasan	Kadar air rata-rata (%)	BNJ 5% (0,09)
<i>Metalized foil</i>	3,75	a
Polipropilen	3,89	b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata, jika diikuti huruf berbeda artinya berbeda sangat nyata.

Berdasarkan hasil uji BNJ pada Tabel 1 di atas, kadar air tepung kecambah kacang hijau yang menggunakan kemasan *metalized foil*, lebih rendah atau berbeda nyata dibandingkan dengan kadar air tepung kecambah kacang hijau yang menggunakan kemasan polipropilen. Kemasan mempunyai sifat permeabilitas yang berbeda satu dengan yang lain dalam kondisi tertutup rapat (*protective seal*). Kemasan polipropilien yang tertutup rapat lebih efisien dibandingkan dengan *metalized foil* yang tidak rapat penutupannya. *Metalized foil* berbeda *aluminium foil* yang relatif mempunyai barier lebih baik dibandingkan poli propilien. Menurut Hermanianto *et al.*, (2000), *aluminium foil* memiliki barier (kerapatan yang tinggi) terhadap uap air dan gas-gas tertentu, bersifat *inert* (tidak bereaksi dengan bahan), kedap cahaya dan memiliki daya tahan yang baik terhadap pengaruh mikroorganisme Tetapi, kemasan polipropilen merupakan kemasan yang kurang baik dibandingkan *aluminium foil* dalam menahan gas pada produk, (Buckle *et al.*, 2007). Analisis keragaman juga menunjukkan bahwa kadar air tepung juga dipengaruhi waktu penyimpanan yang

berbeda nyata, dan hal ini dikuatkan dengan uji lanjut pada Tabel 2 berikut.

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

Lama Penyimpanan	Kadar air rata-rata (%)	BNJ 5% (0,16)
0 hari	3,44	a
10 hari	3,69	b
20 hari	3,99	c
30 hari	4,17	d

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata, jika diikuti huruf berbeda artinya berbeda sangat nyata.

Semakin lama penyimpanan akan menyebabkan peningkatan kadar air tepung kecambah kacang hijau, baik yang menggunakan kemasan *metalized foil* maupun kemasan polipropilen. Tepung memiliki sifat higroskopis (mudah menyerap air) (Chung *et al.*, 2000 dalam Arpah *et al.*, 2002) sehingga apabila tepung dikemas dengan kemasan yang rendah bariernya terhadap uap air maka kadar air pada tepung akan bertambah selama penyimpanan.

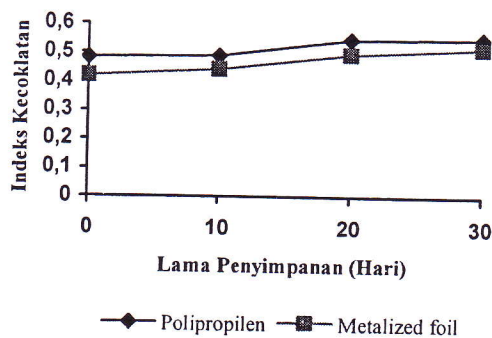
Robi'in (2007) melaporkan *foil* umumnya lebih baik dibanding plastik dari segi sifat kedap udara maupun uap air. Tepung kecambah kacang hijau yang disimpan dalam kemasan polipropilen menghasilkan kadar air yang lebih tinggi dibandingkan dengan tepung kecambah kacang hijau yang menggunakan kemasan *metalized foil*, ini disebabkan kemasan polipropilien memiliki sifat permeabilitas uap air rendah tetapi tidak serendah *metalized foil* (Syarief dan Irawati, 1988). Gas O₂ mudah masuk ke dalam kemasan dan kadar air tepung yang dihasilkan tinggi, sehingga semakin lama penyimpanan maka kadar air tepung yang dihasilkan juga semakin tinggi.

Kadar air juga dipengaruhi oleh luas permukaan kemasan. Menurut Nurminah (2002), bahwa permeabilitas uap air dan gas, serta luas permukaan kemasan mempengaruhi jumlah gas yang baik dan luas permukaan yang kecil menyebabkan masa simpan produk lebih lama.

B. Indeks Kecoklatan

Indeks kecoklatan merupakan suatu indikator proses perubahan kimia yang berkaitan dengan pembentukan warna colat pada bahan pangan. Prekursor warna coklat dapat berasal dari kelompok karbohidrat, protein maupun lemak. Pengukuran indeks kecoklatan dilakukan pada tepung kecambah kacang hijau dengan menggunakan spektrofotometer

pada absorbansi panjang gelombang 420 nm. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa indeks kecoklatan tepung kecambah kacang hijau berkisar antara 0,42 sampai 0,55 dengan rata-rata 0,49. Nilai indeks kecoklatan tepung kecambah kacang hijau yang tertinggi diperoleh pada tepung yang dikemas dengan poli propilen dengan penyimpanan 30 hari. Selama penyimpanan terjadi peningkatan indeks kecoklatan dengan rata-rata nilai dan profil perubahannya sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 2 sebagai berikut.



Gambar 2. Indeks kecoklatan rata-rata tepung kecambah kacang hijau

Gambar 2 menunjukkan bahwa indeks kecoklatan meningkat dengan pola relatif sama baik yang menggunakan kemasan *metalized foil* maupun kemasan polipropilen. Berdasarkan pendekatan model kinetika reaksi kimia orde nol, profil mutu indeks kecoklatan tepung selama penyimpanan, masing-masing untuk yang dikemas dengan polipropilen dan *metalized foil*, dapat dinyatakan dengan persamaan 3 ($r^2 = 0,859$) dan persamaan 4 ($r^2 = 0,971$) sebagai berikut:

$$Y_{i,p} = 0,4767 + 0,0026(t) \dots\dots\dots (3)$$

$$Y_{i,m} = 0,4153 + 0,0034(t) \dots\dots\dots (4)$$

Peningkatan indeks kecoklatan tepung kecambah kacang hijau disebabkan tepung tersebut mengandung banyak prekursor kecoklatan yang selama penyimpanan menjadi reaktif karena perubahan lingkungan, antara lain meningkatnya kadar air dan transfer oksigen.

Kemasan bahan pangan selama penyimpanan selain berfungsi sebagai pelindung fisik, utamanya juga untuk menahan transfer senyawa pemicu reaksi

kimia. Dalam hal ini uap air dan oksigen, merupakan senyawa pemicu potensial reaksi kimia untuk kecoklatan. Berdasarkan persamaan (3) dan (4) tersebut diketahui bahwa laju perubahan mutu indeks kecoklatan tepung sebesar $2,60 \times 10^{-3}$ Abs420nm per hari untuk yang dikemas dengan polipropilen, sedangkan yang dikemas dengan *metalized foil* kontanta laju perubahannya sebesar $3,40 \times 10^{-3}$ Abs420nm per hari. Perbedaan nilai laju perubahan tersebut menunjukkan bahwa kemasan mempunyai pengaruh berbeda dalam perubahan indeks kecoklatan tepung kecambah selama penyimpanan. Analisis keragaman indeks kecoklatan menunjukkan bahwa perlakuan berbeda nyata. Uji lanjut terhadap pengaruh kemasan diperlihatkan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Uji BNJ pengaruh jenis kemasan (A) terhadap indeks kecoklatan tepung

Perlakuan	Indeks kecoklatan rata-rata	BNJ 5% (0,04)
<i>Metalized foil</i>	0,47	a
Polipropilen	0,52	b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata, jika diikuti huruf berbeda artinya berbeda sangat nyata.

Berdasarkan hasil uji BNJ pada Tabel 3 di atas, indeks kecoklatan tepung kecambah kacang hijau yang menggunakan kemasan *metalized foil*, lebih rendah atau berbeda nyata dibandingkan dengan kadar air tepung kecambah kacang hijau yang menggunakan kemasan polipropilen. Kemasan bukan penahan sinar atau fluksi terang yang baik (Buckle *et al.*, 2007), sehingga prekursor kecoklatan menjadi lebih reaktif. Indeks kecoklatan tepung juga dipengaruhi waktu penyimpanan yang berbeda nyata sesuai uji lanjut pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Uji BNJ pengaruh lama penyimpanan (B) terhadap indeks kecoklatan tepung

Lama Penyimpanan	Indeks kecoklatan Rata-rata	BNJ 5% (0,07)
0 hari	0,45	a
10 hari	0,46	ab
20 hari	0,52	ab
30 hari	0,53	b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata, jika diikuti huruf berbeda artinya berbeda sangat nyata.

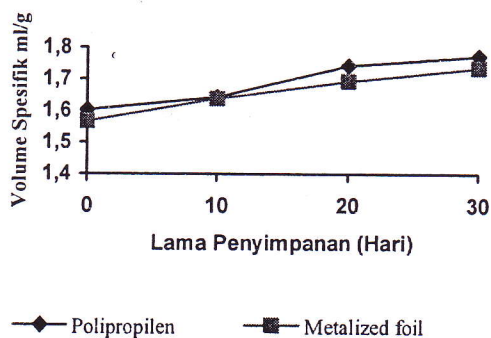
Berdasarkan hasil uji BNJ diatas, semakin lama penyimpanan maka semakin tinggi indeks

kecoklatan yang dihasilkan, dan ternyata berbeda nyata indeks kecoklatan pada akhir penyimpanan dengan kondisi awalnya. Keadaan tersebut selain disebabkan adanya tranfer uap air yang meningkatkan kadar air tepung, juga disebabkan tersedianya banyak prekursor kecoklatan dalam bahan. Fennema (1996) melaporkan bahwa glukosa dalam bahan makanan beserta gula pereduksi lainnya menjadi prekursor terkuat bersama asam amino dalam reaksi Mailard. Reaksi Maillard merupakan salah satu reaksi dominan dalam kecoklatan bahan pangan yang bahkan dapat mulai terjadi dalam suhu kamar. Sumbangan partikel kecoklatan lainnya dari proses oksidasi yang menghasilkan berbagai alkyl, oksidasi asam askorbat dan lemak, dan juga produk oksidasi polifenol. Oksidasi polifenol akan membentuk quinon sehingga warna tepung kecambah kacang hijau yang dihasilkan semakin gelap (Nafi, 2006).

C. Volume Spesifik

Hasil percobaan menunjukkan volume spesifik tepung kecambah kacang hijau berkisar antara 1,56 sampai 1,77 mL/g, dengan rata-rata 1,67 mL/g, Pofil volume spesifik rata-rata tepung selama penyimpanan diperlihatkan lihat pada Gambar 3.

Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin lama penyimpanan maka volume spesifik semakin besar. Hal ini menunjukkan bahwa produk semakin kamba, dan kemasifannya lebih rendah. Pola peningkatan volume spesifik yang terjadi relatif sama antara tepung yang dikemas dengan *metalized foil* maupun kemasan polipropilen, perbedaan terletak pada laju perubahannya.



Gambar 3. Volume spesifik rata-rata tepung kecambah kacang hijau

Pola perubahan kadar air sebagaimana terlihat dalam Gambar 3 tersebut valid ($r^2 > 0,9$) dinyatakan dengan persamaan yang diturunkan berdasarkan

pendekatan model kinetika reaksi kimia orde nol, masing-masing untuk yang dikemas dengan polipropilen dan *metalized foil*, dinyatakan dengan persamaan 5 ($r^2 = 0,957$) dan persamaan 6 ($r^2 = 0,989$) sebagai berikut:

$$Y_{v,p} = 1,5978 + 0,0061(t) \dots\dots\dots (5)$$

$$Y_{v,m} = 1,5736 + 0,0057(t) \dots\dots\dots (6)$$

Berdasarkan persamaan (5) dan (6) tersebut diketahui bahwa laju perubahan mutu volume spesifik tepung sebesar $6,1 \times 10^{-3}$ mL/g per hari untuk yang dikemas dengan polipropilen, sedangkan yang dikemas dengan *metalized foil* kontanta laju perubahannya sebesar $5,7 \times 10^{-3}$ mL/g per hari. Perbedaan nilai laju perubahan tersebut menunjukkan bahwa kemasan mempunyai pengaruh berbeda dalam perubahan volume spesifik tepung, di mana tepung dalam kemasan polipropilen lebih cepat kamba dibanding yang dikemas dengan *metalized foil*. Perbedaan ini didukung pula oleh hasil analisis keragaman volume spesifik tepung yang menunjukkan bahwa perlakuan berbeda nyata. Uji lanjut terhadap pengaruh kemasan diperlihatkan pada Tabel 5 berikut.

Berdasarkan hasil uji BNJ, pengaruh jenis kemasan berbeda nyata terhadap volume spesifik tepung kecambah kacang hijau. Tepung yang dikemas dengan polipropilen volume spesifik rata-ratanya lebih tinggi dibandingkan dengan yang *metalized foil*.

Tabel 5. Uji BNJ pengaruh jenis kemasan (A) terhadap volume spesifik tepung

Jenis Kemasan	Volume spesifik rata-rata (ml/g)	BNJ 5% (0,015)
<i>Metalized foil</i>	1,66	a
Polipropilen	1,69	b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata, jika diikuti huruf berbeda artinya berbeda sangat nyata.

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 menyebabkan rasio volume per berat lebih besar. Analisis keragaman

menunjukkan bahwa lama penyimpanan berpengaruh nyata terhadap volume spesifik tepung. Uji lanjut dengan BNJ membuktikan bahwa volume spesifik pada akhir penyimpanan berbeda nyata dengan awal penyimpanan sebagaimana diperlihatkan dalam Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Uji BNJ pengaruh lama penyimpanan (B) terhadap volume spesifik tepung kecambah kacang hijau

Lama Penyimpanan	Volume spesifik rata-rata (mL/g)	BNJ 5% (0,03)
0 hari	1,58	a
10 hari	1,64	b
20 hari	1,72	c
30 hari	1,75	c

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata, jika diikuti huruf berbeda artinya berbeda sangat nyata

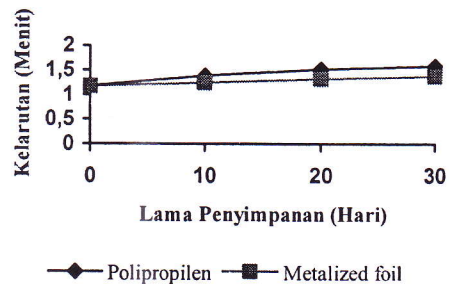
Selama penyimpanan dapat terjadi bentuk individu partikel tepung yang saling bergabung sebagai suatu aglomerat. Proses aglomerasi tepung selama pengolahan dan penyimpanan diasosiasikan dengan perubahan kandungan air akibat absorpsi uap air dari lingkungan serta redistribusi air antar partikel. Permukaan partikel tepung menjadi lengket dan menyebabkan kohesi antar partikel membentuk *cluster* akibat absorpsi air. Penggabungan beberapa *cluster* menghasilkan fenomena penggumpalan (Chung *et al.*, 2000 dalam Arpah *et al.*, 2002).

Berdasarkan analisis keragaman diketahui bahwa tidak ada interaksi antara jenis kemasan dengan waktu penyimpanan, karena itu tidak diuji lebih lanjut dengan BNJ. Meskipun hasil uji tidak menunjukkan adanya interaksi yang nyata, namun pada penyimpanan jangka waktu lama hal tersebut dapat berubah berkaitan dengan transfer massa yang dapat terjadi selama proses penyimpanan. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa penyimpanan selama tiga puluh hari merupakan suatu proses awal yang interaksi antara kemasan dengan waktu simpan tidak berpengaruh nyata terhadap volume spesifik tepung kecambah kacang hijau. Data mengenai volume spesifik sangat diperlukan untuk keperluan transportasi bahan pangan dan desain industri serta penanganan bahan olah.

D. Kelarutan

Kelarutan pada tepung yang dimaksud adalah kemampuan tepung untuk terdispersi lagi pada saat rehidrasi dilakukan. Dalam hal ini diukur waktu yang dibutuhkan oleh satu gram tepung kecambah kacang

hijau untuk larut dalam 100 mL air pada suhu 100 °C. Jika tidak ada penjelasan lain, maka satuan kelarutan dalam menit per gram dimaksud dalam 100 mL air pada suhu 100°C. Hasil percobaan menunjukkan bahwa kelarutan tepung kecambah kacang hijau berkisar antara 1,17 sampai 1,59 menit, dengan rata-rata 1,35 menit. Profil mutu tepung selama penyimpanan berdasarkan rata-rata kelarutannya diperlihatkan dalam Gambar 4.



Gambar 4. Rata-rata kelarutan tepung kecambah kacang hijau

Berdasarkan Gambar 4 tersebut di atas diketahui bahwa terdapat pola perubahan mutu kelarutan tepung yang sama baik yang dikemas dengan *metalized foil* maupun polipropilen. Pola perubahan tersebut valid ($r^2 > 0,9$) dinyatakan dengan persamaan yang diturunkan berdasarkan pendekatan model kinetika reaksi kimia orde nol, masing-masing untuk yang dikemas dengan polipropilen dan *metalized foil*, dinyatakan dengan persamaan 7 ($r^2 = 0,950$) dan persamaan 8 ($r^2 = 0,998$) sebagai berikut:

$$Y_{k,p} = 1,2062 + 0,0140(t) \dots\dots\dots (7)$$

$$Y_{k,m} = 1,1799 + 0,0068(t) \dots\dots\dots (8)$$

Persamaan (7) dan (8) tersebut menunjukkan bahwa laju perubahan mutu kelarutan sebesar $14,0 \times 10^{-3}$ menit/g/hari untuk tepung yang dikemas dengan polipropilen, sedangkan yang dikemas dengan *metalized foil* konstanta laju perubahannya sebesar $6,8 \times 10^{-3}$ menit/g/hari. Perbedaan nilai laju perubahan tersebut menunjukkan bahwa kemasan mempunyai pengaruh berbeda dalam perubahan kelarutan tepung, di mana tepung dalam kemasan polipropilen lebih cepat meningkat kelarutannya selama penyimpanan dibandingkan dengan yang dikemas *metalized foil*. Pada awal penyimpanan dengan kondisi kadar air yang rendah, tepung bersifat higroskopis. Namun demikian dalam proses rehidrasi, fraksi hidrofob yang terdiri dari karbon rantai panjang dapat menghalangi penetrasi fisik air. Penetrasi dan absorpsi air pada

tepung lebih mudah pada yang berkadar air tinggi, namun reaksi air dengan senyawa bahan menyebabkan penggumpalan yang dapat menghambat kelarutan sehingga perlu waktu lebih lama. Pada hasil penelitian yang tersebut terdahulu diketahui bahwa tepung yang dikemas polipropilen mempunyai kadar air yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang dikemas *metalized foil*. Hal ini menyebabkan kelarutan tepung yang dikemas propilen perlu waktu lebih lama, akibat terbentuknya barrier hasil reaksi yang distimulir kadar air yang lebih tinggi.

Hasil analisis keragaman kelarutan tepung menunjukkan bahwa perlakuan kemasan berbeda nyata, dan hasil uji lanjut terhadap pengaruh kemasan diperlihatkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Uji BNJ pengaruh jenis kemasan (A) terhadap kelarutan tepung kecambah kacang hijau

Perlakuan	Kelarutan rata-rata (menit)	BNJ 5% (0,03)
<i>Metalized foil</i>	1,28	a
Polipropilen	1,42	b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata, jika diikuti huruf berbeda artinya berbeda sangat nyata.

Tabel 7 menunjukkan bahwa pengaruh kemasan terdapat perbedaan yang nyata antara kemasan polipropilen dengan *Metalized foil*. Menurut Hartoyo dan Sunandar (2006), ukuran partikel tepung yang kecil merefleksikan luas permukaan yang semakin besar yang memudahkan air untuk dapat membasahi tepung lebih cepat dibandingkan dengan ukuran partikel tepung yang relatif lebih besar. Dengan bertambahnya kadar air selama penyimpanan maka peluang terbentuknya agregat lebih besar. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa waktu penyimpanan berpengaruh nyata pada kelarutan, dan uji lanjut dengan BNJ diperlihatkan dalam Tabel 8.

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

Lama Penyimpanan	Kelarutan Rata-rata (Menit)	BNJ 5% (0,04)
0 hari	1,17	a
10 hari	1,32	b
20 hari	1,42	c
30 hari	1,48	d

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata, jika diikuti huruf berbeda artinya berbeda sangat nyata.

Hasil analisis keragaman menunjukkan juga adanya interaksi perlakuan yang berbeda nyata pengaruhnya terhadap kelarutan tepung. Berdasarkan uji lanjut BNJ yang dilakukan, meski pada mulanya tidak berbeda nyata tetapi pada periode akhir penyimpanan terdapat pengaruh yang berbeda nyata pada tepung yang kemasan dan waktunya simpannya berbeda sebagaimana diperlihatkan pada Tabel 9 berikut.

Tabel 9. Uji BNJ pengaruh interaksi perlakuan terhadap kelarutan tepung

Perlakuan	Kelarutan rata-rata (Menit)	BNJ 5% (0,09)
<i>Metalized foil</i> , 0 hari	1,17	a
Polipropilen, 0 hari	1,18	a
<i>Metalized foil</i> , 10 hari	1,25	ab
<i>Metalized foil</i> , 20 hari	1,32	bc
<i>Metalized foil</i> , 30 hari	1,38	c
Polipropilen, 10 hari	1,38	c
Polipropilen, 20 hari	1,52	d
Polipropilen, 30 hari	1,59	d

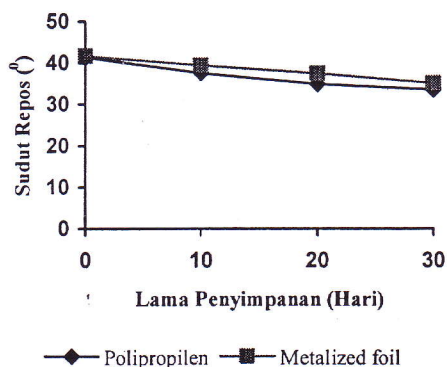
Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata, jika diikuti huruf berbeda artinya berbeda sangat nyata

Tabel 9 tersebut di atas menunjukkan bahwa pada awal penyimpanan rata-rata kelarutan tepung, masing-masing untuk yang dikemas *Metalized foil* dan polipropilen, sebesar 1,17 dan 1,18 menit per gram adalah tidak berbeda nyata. Tetapi pada periode akhir proses, rata-ratanya berbeda nyata, dengan beda lebih dari 15 persen, masing-masing sebesar yaitu sebesar 1,38 dan 1,59 menit per gram. Hal ini menunjukkan bahwa selama penyimpanan terjadi perubahan mutu, di mana faktor lama penyimpanan bersinergis dengan kemasan dalam menghasilkan dampak perubahan mutu terhadap tepung. Pada tepung yang dikemas dengan polipropilen terjadi peningkatan ukuran partikel (karena penggumpalan) akibat kadar air lebih tinggi. Kemasan propilin yang bersifat relatif lebih permiabel terhadap transfer uap air dan senyawa lainnya di udara menstimulir kerusakan yang lebih besar, antara lain terbentuknya agregat yang mengakibatkan waktu kelarutan lebih lama secara nyata dibandingkan yang dikemas *metalized foil*.. Keadaan ini menyebabkan luas permukaan lebih kecil dan semakin sulit terdispersi.

E. Sudut Repos

Hasil percobaan menunjukkan bahwa sudut repos tepung kecambah kacang hijau berkisar antara

33,59^o sampai 41,76^o dengan rata-rata 37,63^o. Sudut repos tepung kecambah kacang hijau, yang dikemas dengan polipropilen maupun *metalized foil*, menunjukkan perubahan ke arah yang lebih kecil. Selama penyimpanan sudut repos menurun, dengan rata-rata sudut repos masing-masing sebagaimana diperlihatkan dalam Gambar 5 sebagai berikut.



Gambar 5. Sudut repos rata-rata tepung kecambah kacang hijau

Gambar 5 menunjukkan bahwa selama penyimpanan sudut repos tepung kecambah kacang hijau menurun dengan pola penurunan yang hampir sama untuk tepung yang menggunakan kemasan *metalized foil* maupun kemasan polipropilen. Pola perubahan tersebut valid ($r^2 > 0,9$) dinyatakan dengan persamaan yang diturunkan berdasarkan pendekatan model kinetika reaksi kimia orde nol, masing-masing untuk yang dikemas dengan polipropilen dan *metalized foil*, dinyatakan dengan persamaan 9 ($r^2 = 0,949$) dan persamaan 10 ($r^2 = 0,999$) sebagai berikut:

$$Y_{s,p} = 40,8061 - 0,2637(t) \dots\dots\dots (9)$$

$$Y_{s,m} = 41,6980 - 0,2187(t) \dots\dots\dots (10)$$

Persamaan (9) dan (10) tersebut menunjukkan bahwa laju perubahan mutu sudut repos sebesar $26,37 \times 10^{-2}$ °/hari untuk tepung yang dikemas dengan polipropilen, sedangkan yang dikemas dengan *metalized foil* kontanta laju perubahannya sebesar $21,87 \times 10^{-2}$ °/hari. Pada awal penyimpanan dengan kondisi kadar air yang rendah, sudut repos masih relatif tinggi yaitu sekitar 41^o, dan pada akhir penyimpanan menjadi sekitar 34^o. Perbedaan nilai laju perubahan tersebut menunjukkan bahwa kemasan mempunyai pengaruh berbeda dalam perubahan sudut repos tepung, di mana tepung dalam kemasan polipropilen lebih cepat menurun sudut reposnya

selama penyimpanan dibandingkan dengan yang dikemas *metalized foil*.

Perbedaan ini didukung pula oleh hasil analisis keragaman sudut repos tepung yang menunjukkan bahwa perlakuan kemasan berbeda nyata. Hasil uji lanjut dengan BNJ terhadap pengaruh kemasan terhadap sudut repos tepung diperlihatkan dalam Tabel 12 berikut.

Tabel 12. Uji BNJ pengaruh jenis kemasan (A) terhadap sudut repos tepung

Jenis Kemasan	Sudut repos rata-rata (°)	BNJ 5% (0,91)
Polipropilen	36,85	a
<i>Metalized foil</i>	38,42	b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata, jika diikuti huruf berbeda artinya berbeda sangat nyata.

Berdasarkan tabel tersebut di atas, diketahui bahwa rata-rata sudut repos tepung yang dikemas dengan *metalized foil* dan polipropilen berbeda nyata. Tepung kecambah kacang hijau yang dikemas dengan *metalized foil* memiliki sudut repos rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan dengan sudut repos yang menggunakan kemasan polipropilen. Menurut Hartoyo dan Sunandar (2006), sudut repos adalah sudut yang terbentuk antara bidang datar dengan tumpukan bahan yang dicurahkan. Pengukuran sudut repos dilakukan dengan cara menjatuhkan tepung pada ketinggian 15 cm melalui corong pada bidang datar.

Tepung bersudut repos lebih tinggi menunjukkan bahwa kondisi mutunya relatif lebih baik, karena sudut repos yang tinggi merupakan indikasi keseragaman dan kekompakan partikel yang lebih halus. Partikel tidak seragam dengan berat jenis lebih besar menyebabkan tekanan lebih besar di bagian puncak tepung, sehingga bagian puncak menurun dan landasan tepung melebar. Akibat dari kondisi ini maka menyebabkan sudut repos lebih kecil. Selama penyimpanan, akibat perubahan kadar air dan reaksi kimia lainnya terjadi proses ketidakseragaman tepung yang meningkat. Analisis keragaman terhadap hasil percobaan menunjukkan bahwa perlakuan lama penyimpanan berpengaruh nyata terhadap sudut repos tepung. Uji lanjut dengan BNJ terhadap pengaruh tersebut diperlihatkan dalam Tabel 13 berikut.

Tabel 13. Uji BNJ pengaruh lama penyimpanan (B) terhadap sudut repos tepung

Lama Penyimpanan	Sudut repos Rata-rata (⁰)	BNJ 5% (1,64)
30 hari	34,36	a
20 hari	36,11	b
10 hari	38,44	c
0 hari	41,62	d

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata, jika diikuti huruf berbeda artinya berbeda sangat nyata.

Berdasarkan hasil uji BNJ di atas diketahui bahwa selama penyimpanan sudut repos tepung berubah dan berbeda secara nyata menurut perlakuan lama penyimpanannya. Sudut repos tepung pada penyimpanan selama 30 hari diketahui rata-rata tinggal sebesar 34,36 dari semula pada awalnya rata-rata 41,62. Hal ini menunjukkan bahwa performa tepung telah menurun, meskipun profil mutu pada umumnya masih relatif baik. Sudut repos yang rendah menunjukkan bahwa struktur dan gaya internal tepung relatif kurang mampu lagi mempertahankan kesetimbangan adesi-kohesi. Cahyono (2004) dalam Hartoyo dan Sunandar (2006), menyatakan bahwa nilai sudut repos yang terbentuk pada tepung yang dijatuhkan, dipengaruhi oleh himpunan tepung yang terjadi saat kita menjatuhkan tepung melalui corong, yang berkaitan dengan kecepatan jatuhnya tepung dan kohesivitasnya (gaya tarik-menarik antar molekul yang sejenis). Kadar air yang meningkat pada tepung (menggumpal) maka kecepatan jatuhnya tepung akan semakin rendah, sehingga sudut reposnya semakin rendah. Besarnya sudut repos berpengaruh terhadap efisiensi pengangkutan bahan secara mekanik serta kecepatan dan kemudahan pengangkutannya (Hartoyo dan Sunandar, 2006). Sudut repos tepung kecambah kacang hijau yang tinggi dapat dikatakan baik dan mudah pengangkutannya.

G. Analisa Organoleptik

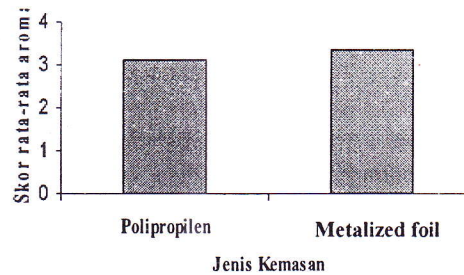
Karakteristik dan mutu pangan yang bersifat organoleptik atau sensoris, meskipun tidak termasuk mutu fisik, sangat penting artinya dalam praktik perdagangan. Bahkan dalam beberapa kasus mutu sensoris inilah sebagai penentu awal penerimaan produk oleh konsumen. Sifat organoleptik merupakan hasil reaksi fisiopsikologik berupa tanggapan atau kesan pribadi seorang panelis sehingga hasil uji ini sangat bersifat subjektif (Soekarto, 1985). Uji organoleptik merupakan penilaian mutu produk dan komoditas pangan yang diukur dengan proses penginderaan yaitu penglihatan dengan mata,

penciuman atau pembauan dengan hidung, pencicipan dengan rongga mulut, parabaan dengan telapak tangan dan pendengaran dengan telinga. Atribut mutu organoleptik yang diuji pada penelitian ini terdiri atas uji mutu hedonik untuk aroma, tekstur, warna.

1. Aroma

Hasil pengujian dan analisa data lebih lanjut menunjukkan bahwa semua sampel yang diuji berdasar kelompok kemasannya menunjukkan pengaruh berbeda nyata terhadap aroma tepung kecambah kacang hijau. Skor rata-rata aroma tepung kecambah kacang hijau berdasarkan jenis kemasannya dapat dilihat pada Gambar 6.

Dalam Gambar 6 tersebut diperlihatkan bahwa, panelis menyatakan tepung kecambah kacang hijau yang dikemas dengan *metalized foil* dan disimpan selama 30 hari lebih beraroma, dibandingkan dengan tepung kecambah kacang hijau yang dikemas dengan polipropilen dan disimpan selama 30 hari.



Gambar 6. Skor rata-rata aroma tepung kecambah kacang hijau

Menurut Jennings dan Sevenants (1964) dalam de Man (1997), aroma dan bau rasa makanan dapat dikaitkan dengan keberadaan satu atau beberapa senyawa yang menimbulkan kesan makanan tertentu jika hanya dicium saja. Aroma dari suatu bahan dapat ditimbulkan oleh satu atau beberapa komponen yang merupakan karakteristik aroma bahan pangan tersebut, sedangkan komponen lainnya hanya memberikan nuansa terhadap keseluruhan *flavor* (Apriyantono dan Kumara., 2004). Pengujian lebih lanjut dengan uji Friedman-Connover, menunjukkan bahwa pada prinsipnya tidak terdapat perbedaan aroma yang nyata pada kemasan yang sama selama penyimpanan. Perbedaan nyata tampak pada aroma tepung yang dikemas poliprepilen pada penyimpanan 30 hari dengan *metalized foil* pada penyimpanan 20 hari, sebagaimana terlihat pada Tabel 17 berikut.

Tabel 17. Uji lanjut Friedman-Conover terhadap aroma tepung kecambah kacang hijau

Perlakuan	Pangkat	R =
		28,66
Polipropilen, 30 hari	98,5	a
Polipropilen, 10 hari	104,5	a
Polipropilen, 0 hari	116	ab
Polipropilen, 20 hari	119,5	ab
Metalized foil, 30 hari	120,0	ab
Metalized foil, 10 hari	125,5	ab
Metalized foil, 0 hari	140,5	b
Metalized foil, 20 hari	147,5	b

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

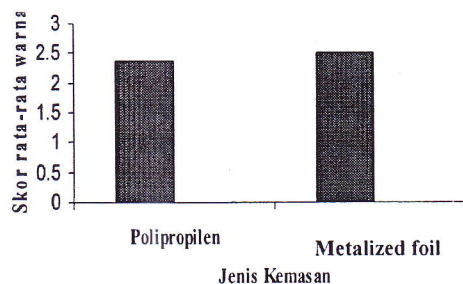
Berdasarkan Tabel 17 di atas juga diketahui bahwa aroma tepung kecambah kacang hijau, yang dikemas dengan *metalized foil* lebih baik dari kemasan yang menggunakan polipropilen. Aroma pada makanan merupakan salah satu faktor yang menentukan kelezatan makanan yang berkaitan dengan indra penciuman. Aroma makanan yang enak memberikan daya tarik dari suatu makanan yang dikonsumsi (Soekarto, 1985). Buckle *et al.*, (2007) melaporkan beberapa kemasan yang bersifat relatif nonpermeabel terhadap beberapa jenis gas, uap air dan sinar. Polipropilen mempunyai daya tembus uap air yang rendah tetapi bukan penahan gas yang baik, sedangkan *metalized foil* dapat relatif nonpermeabel jika sistem *sealing* kemasan berfungsi baik.

2. Warna

Uji hedonik terhadap warna menunjukkan seberapa jauh respon konsumen dalam hal ini kesukaan terhadap kenampakan warna produk. Warna merupakan salah satu refleksi kenampakan suatu produk yang pengujiannya dapat diketahui dengan hanya melihat produk tersebut secara organoleptik (sensoris). Analisis statistik terhadap hasil percobaan menunjukkan bahwa pada semua sampel tepung yang diujikan, pengaruh perlakuan berbeda tidak nyata terhadap warna tepung kecambah kacang hijau. Skor rata-rata warna tepung kecambah kacang hijau berkisar antara 2 (tidak suka) sampai 3 (suka), sebagaimana diperlihatkan dalam Gambar 7 sebagai berikut.

Gambar 7 menunjukkan bahwa, rata-rata skor warna tepung kecambah kacang hijau yang dikemas dengan polipropilen lebih rendah dibandingkan dibandingkan dengan yang dikemas dengan *metalized foil*. Dalam kenampakan visual warna tersebut kurang disukai (skor lebih rendah) disebabkan karena tepung yang

dikemas dengan propilen terlihat lebih gelap. Salah satu faktor penyebab gelapnya warna tersebut adalah berlangsungnya reaksi kecoklatan dalam tepung yang



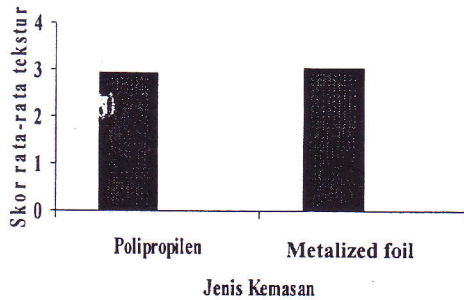
Gambar 7. Skor rata-rata warna tepung

distimulir oleh meningkatnya kadar air maupun penetrasi berbagai gas termasuk oksigen, Meskipun berdasarkan analisis tidak berbeda nyata, namun dalam waktu lebih dari 30 hari dapat menjadi berbeda nyata karena laju perubahan muu fisiknya yang berbeda. Nilai yang tidak berbeda nyata pada atribut mutu warna menunjukkan bahwa hal ini terjadi karena masih dalam kondisi awal penyimpanan dari sistem penyimpanan tepung yang relatif lebih lama dari percobaan ini.

Winarno dan Aman (1979) dalam Hartoyo dan Sunandar (2006), menyatakan tingginya kadar serat, dan senyawa fenol pada kacang-kacangan dapat mempengaruhi warna pada tepung. Reaksi *Maillard* adalah reaksi antara karbohidrat khususnya gula pereduksi dengan gugus amina primer atau gugus amino dari protein menjadi melanoidin (Winarno, 1997). Tepung kecambah kacang hijau memiliki kadar protein yang tinggi sehingga selama proses pengeringan dan penyimpanan terjadi oksidasi polifenol membentuk quinon (Nafi, 2006), akibatnya warna/kenampakan tepung kecambah kacang hijau yang dihasilkan dapat lebih gelap. Tepung dengan warna lebih gelap umumnya kurang disukai konsumen, dan hal ini merupakan suatu tantangan teknologi pembuatan tepung masa depan.

3. Tekstur

Hasil pengujian dan analisis statistik terhadap skor uji hedonik tekstur tepung yang diberikan panelis menunjukkan bahwa perlakuan berbeda tidak nyata. Namun demikian diperoleh informasi rata-rata skor tekstur tepung hampir mendekati nilai tiga (suka), yaitu sekitar 2,9. Skor rata-rata tekstur tepung menurut kemasannya diperlihatkan dalam Gambar 9 berikut.



Gambar 9. Skor rata-rata tekstur tepung kecambah kacang hijau

Tekstur tepung menggambarkan keadaan tepung yang berkaitan dengan respons dan sensasi nyaman spektrum keteraturan dari lembut hingga kenyal, dari lemah/rapuh hingga keras/solid, dan performansi permukaan lainnya. Pada Gambar 9 diperlihatkan bahwa tekstur tepung yang dikemas propilen relatif lebih rendah skor rata-ratanya (lebih kurang disukai) dibandingkan dengan yang dikemas *metalized foil*. Hal ini dapat dijelaskan dengan kondisi mutu fisik, di mana berdasarkan hasil observasi terdahulu diketahui bahwa tepung yang dikemas dengan polipropilen mempunyai kadar air rata-rata lebih tinggi. Kadar air ini menyebabkan tekstur tepung menjadi lebih lembab dan menghasilkan tekstur yang relatif kurang disukai daripada tepung yang lebih kering.

Hasil pengujian statistik tekstur berbeda tidak nyata juga lebih ditekankan pada masa penyimpanan 30 hari untuk tepung adalah merupakan suatu periode awal. Namun, pada penyimpanan yang lebih lama (lebih dari 30 hari) pengujian dapat menunjukkan hasil yang nyata, jika dikaitkan dengan model kinetika perubahannya yang konstanta laju perubahannya berbeda.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Lama penyimpanan dan jenis kemasan berpengaruh nyata terhadap mutu fisik tepung, yaitu kadar air, volume spesifik, kelarutan, indeks kecoklatan, dan sudut repos, sedangkan untuk mutu sensoris hanya berbeda pada aroma, dan beda tidak nyata untuk warna dan tekstur.
2. Profil mutu tepung dideskripsikan dengan mutu fisik rata-rata berupa kadar air berkisar 3,4 -4,2 %, indeks kecoklatan 0,45-0,53 Abs420nm, volume spesifik 1,58-1,75 mL/g, kelarutan 1,17-1,48 menit/g, dan sudut repos 34,4-41,62°. Mutu

sensorisnya yang berupa aroma, tekstur dan tekstur bervariasi antara skor 2 (tidak suka) sampai dengan 3 (suka).

3. Perubahan mutu fisik tepung dapat dinyatakan dengan pendekatan model kinetika orde nol, baik untuk tepung yang dikemas dengan polipropilen maupun *metalized foil*.
4. Konstanta laju perubahan mutu tepung yang dikemas polipropilen masing-masing untuk kadar air, indeks kecoklatan, volume spesifik, kelarutan dan sudut repos besarnya adalah: $2,22 \times 10^{-2}$ %/hari, $2,60 \times 10^{-3}$ Abs420nm /hari, $6,1 \times 10^{-3}$ mL/g per hari, $14,0 \times 10^{-3}$ menit/g/hari dan $26,37 \times 10^{-2}$ °/hari.
5. Konstanta laju perubahan mutu tepung yang dikemas *metalized foil* masing-masing untuk kadar air, indeks kecoklatan, volume spesifik, kelarutan dan sudut repos besarnya adalah: $2,71 \times 10^{-2}$ %/hari, $3,40 \times 10^{-3}$ Abs420nm/hari, $5,7 \times 10^{-3}$ mL/g /hari, $6,8 \times 10^{-3}$ menit/g/hari, $21,87 \times 10^{-2}$ °/hari.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan disarankan untuk meningkatkan mutu kemasan, serta proses yang lebih baik sehingga mutu fisik yang memadai dapat didukung mutu sensoris yang lebih baik. Optimasi proses masih perlu dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 1995. Official Methods Of An Analysis Of Official Analytical Chemistry. Washington D.C. United State Of America.
- Apriyantono, A. dan B. Kumara. 2004. Identifikasi Character Impact Odorants Buah Kawista (*Feronia limonia*). Jurnal Teknologi dan Industri Pangan Vol XV (1) : 35-46.
- Astawan, M. 2003. Mari Ramai-Ramai Makan Tauge (Online). (<http://www.kompas.com/kesehatan/news/0304/23/003738.htm>, diakses 13 Juli 2007).
- Boekel, M.A.J.S. 1996. Statistical aspect of kinetic modelling for food science problem. J.Food Sci.61(3):477
- Buckle, K.A., Edwards. R.A., Fleet, G.H., dan Wootton, M. 1987. Ilmu Pangan (terjemahan oleh Hari Purnomo). UI Press. Jakarta.

- Cohen, E., Y. Birk, C.H. Mannhein, dan I. Saguy. 1994. Kinetic Parameter For Quality Change Thermal Processing of Grape Fruit. *Journal Of Food Science*, 59 (1):155
- de Man, J.M. 1997. Kimia Makanan. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Fennema, O.R. 1996. *Food Chemistry*. 3rdEd. Marcel Dekker. Inc. New York.
- 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 No. 1 Th. 2006.
- Hermanianto, J., Arpah, dan Kusuma W. 2000. Penentuan Umur Simpan Produk Ekstruksi dari Hasil Samping Pengolahan Padi dengan Menggunakan Metode Konvensional. *Jurnal Teknologi industri Pangan*. (1):33-41).
- Labuza, T.P. 1980. Entalphy entrophy compensa-tion on food reaction. *Food Technol*. Feb: 67.
- Lenz, M.K dan D.B.Lund. 1980. Experimental procedures for determining destruction kinetics of food component. *Food Technol*. Feb: 51
- 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*
- Nurminah, M. 2002. Penelitian Sifat Berbagai Bahan Kemasan Plastik dan Kertas Serta Pengaruhnya Terhadap Bahan Yang Dikemas. Fakultas Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Priyanto, G. 1990. Teknik Pengawetan Pangan. PAU Pangan dan Gizi, UGM. Jogyakarta
- Priyanto, G. 1997. Kinetika Perubahan Mutu Saribuah Nenas, dalam Proses Aseptik. Disertasi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Rekka, E.A., dan Kourcunakis. 1994. Investigation Of the Moleculer Mechanism Of The Antioxidant Of Some *Allium sativum* Ingridients Pharamatie. London.
- Saguy, I. 1983. *Computer Aided Techniques in Food Technology*. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Saguy, I. dan M. Karel. 1980. Modelling of quality deterioration during food processing and storage. *Food Tcehno*l. 2:78
- Soekarto, S.T. 1985. Penilaian Organoleptik. Bharata Karya Aksara. Jakarta
- Soekarto, S.T. 1990. Dasar-dasar Pengawasan dan Standarisasi Mutu Pangan. PAU Pangan dan Gizi IPB. Bogor
- Sudarmadji, S., B. Haryono., dan Suhardi. 2003. Analisa Bahan Makanan Dan Pertanian. Liberty. Yogyakarta.
- Suhaidi, I. 2003. Pengaruh Lama Perendaman Kedelai dan Jenis Zat Penggumpal Terhadap Mutu Tahu. Fakultas Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Sweinbourne, E.S. 1971. *Analysis of Kinetics Data*. Appleton Century Crofts. New york.
- Winarno. F.G. 1997. Kimia Pangan Dan Gizi. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.