

PROSIDING

**Seminar Nasional
& Pameran Produk Pangan 2015**

**INOVASI TEKNOLOGI UNTUK
MEMPERKUAT PERAN INDUSTRI
MENUJU AKSELERASI
PEMENUHAN PANGAN NASIONAL**



**Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI)
Semarang 2015**



**PROSIDING
SEMINAR NASIONAL PATPI 2015**

**INOVASI TEKNOLOGI
UNTUK MEMPERKUAT PERAN INDUSTRI
MENUJU AKSELERASI PEMENUHAN
PANGAN NASIONAL**

Semarang, 20 - 21 Oktober 2015

Prosiding

Seminar Nasional PATPI 2015

**“INOVASI TEKNOLOGI UNTUK MEMPERKUAT PERAN INDUSTRI
MENUJU AKSELERASI PEMENUHAN PANGAN NASIONAL”**

Penerbit Universitas Katolik Soegijapranata

Jl. Pawiyatan Luhur IV/1, Bendan Duwur, Semarang 50234

Telp : Telepon : +62- 24 - 8441555 (Hunting) Fax : 024 -8445265

Email : penerbitan@unika.ac.id

ISBN 978-602-65-01-4

Kata Pengantar

Puji dan Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya, rangkaian kegiatan Seminar Nasional PATPI tahun 2015 telah terselenggara dengan baik. Seminar Nasional PATPI merupakan kegiatan rutin yang diselenggarakan setiap tahun dan pada tahun ini, PATPI Cabang Semarang mendapatkan kesempatan sebagai tuan rumah pelaksanaan seminar. Dengan mengangkat tema “Inovasi Teknologi Untuk Memperkuat Peran Industri Menuju Akselerasi Pemenuhan Pangan Nasional”, PATPI Semarang ingin turut berperan aktif dalam mendukung program pemerintah menyongsong MEA 2015 ini.

Peserta seminar, anggota PATPI maupun non-PATPI yang berasal dari kalangan mahasiswa, akademisi dan peneliti turut aktif dalam kegiatan ini. Sebagai pelengkap publikasi dari diseminasi hasil penelitian yang telah disampaikan pada kegiatan seminar, maka disusunlah buku prosiding ini. Kumpulan naskah dari pemakalah lisan maupun poster, dikelompokkan menjadi lima bidang yaitu 1) Inovasi Teknologi Pangan dan Daya Saing Industri, 2) Teknologi untuk Pemberdayaan Industri Pangan, 3) Pengembangan Bahan dan Produk Pangan, 4) Mutu, Gizi dan Keamanan Pangan, dan 5) Interaksi Industri Pangan dan Lingkungan.

Tim penyusun sekaligus panitia Seminar Nasional PATPI 2015 mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu terselenggaranya acara ini. Ucapan terima kasih secara khusus diucapkan bagi para donatur, pihak sponsor dan semua pihak yang telah berkontribusi dalam rangkaian kegiatan Seminar Nasional PATPI 2015. Akhir kata, semoga buku ini dapat bermanfaat untuk semua.

Semarang, 20 Oktober 2015

Panitia SEMNAS PATPI 2015

T1 - IT

INOVASI TEKNOLOGI PANGAN DAN DAYA SAING INDUSTRI

JUDUL/PENULIS	KODE
Karakterisasi Cabai Merah Hasil Ozonisasi dengan Ozonizer Tipe TIP-01 <i>Prof. Imas Siti Setiasih</i>	
Pengaruh Substitusi Tepung Mocaf dan Penambahan Tepung Pisang Terhadap Sifat-sifat Brownies <i>Ir. Sunardi</i>	TI-IT 01
Margarin Yang Diperkaya Sari Ubi Jalar Sebagai Sumber Prebiotik <i>Ir. Suniti Achadiyah, MS</i>	TI-IT 02
Pengaruh Suhu Filling dan Step Holding pada Kristalisasi RBDPO terhadap Kualitas Olein dan Stearin Minyak Sawit Yang Dihasilkan <i>Dr. Ida Bagus Banyuro</i>	TI-IT 03
Peningkatan Potensi Usaha Mikro dan Kecil Di Bidang Pangan Melalui Program Community Development Universitas Prasetiya Mulya <i>Sekar Wulan Prasetyaningtyas</i>	TI-IT 04
Pengaruh Konsentrasi Maltodekstrin terhadap Viabilitas dan Karakteristik Mikroenkapsulasi <i>Lactobacillus Acidophilus</i> <i>Debby M. Sumanti, MS</i>	TI-IT 05
Aplikasi Pigmen Antosianin Ubi Jalar Ungu (<i>Ipomoea batatas L.</i>) Terenkapsulasi pada Permen Jelly dan Kestabilannya terhadap Suhu dan Cahaya Selama Penyimpanan <i>Ir. Tensiska, M.Si</i>	TI-IT 06
Pembuatan Susu Kedelai Bubuk Metode <i>Foam Mat Drying</i> dengan Variasi Penambahan Dekstrin dan Suhu Pengeringan <i>Ir. Kusumastuti, M.Sc</i>	TI-IT 07
Pengeringan Jagung Pada Pengereng Unggun Terfluidakan dan Simulasi Pembesaran ke Skala Industri <i>Dr.Ing Suherman</i>	TI-IT 08
Karakterisasi Minuman Instan Fungsional TEMATEHI Hasil Pengeringan Oven Vakum <i>Nandi Sukri, M.Si</i>	TI-IT 09
Daya Simpan dan Sifat Antioksidatif Instan Lidah Buaya Selama Penyimpanan <i>Dr.Chatarina Wariyah</i>	TI-IT 10
Fermentasi Kopi Arabika Untuk Menghasilkan <i>Bio Coffee</i> dengan Penambahan Mikrobial Efektif Pada Beberapa Variasi Suhu dan Lama Inkubasi <i>Dr. Meidi Syaflan</i>	TI-IT 11
Bubur Instan Berbasis Tepung Millet Putih (<i>Panicum milaceum L.</i>) dan Tepung Kacang Hijau (<i>Vigna radiata L.</i>) <i>R. Baskara Katri Anindito, MP</i>	TI-IT 15

Karakterisasi Pengemas Kertas Aktif Dengan Penambahan Oleoresin Ampas Destilasi Daun Kayu Manis <i>Lia Umi Khasanah, MT</i>	TI-IT 16
Klarifikasi Sari Buah Jeruk Pontianak Menggunakan Kombinasi Enzim Amilase, Pektinase, dan Selulase <i>Asri Nursiwi, M.Sc</i>	TI-IT 18
Stabilitas Kekerasan Unting Sagu dan Unting Sagu Tersubstitusi Tepung Kacang Nagara Selama Penyimpanan <i>Dr. Rini Hustiany</i>	TI-IT 19
Mempelajari Pengolahan Teh Gula Batu yang Disukai Didasarkan Perbandingan Seduhan Teh dan Gula <i>Adi Ruswanto</i>	TI-IT 23
Seleksi Khamir dari Nira Berdasarkan Toleransi dan Produktivitas Etanol <i>Venny Santosa, PhD</i>	TI-IT 24

T1-TI 19

STABILITAS KEKERASAN UNTING SAGU DAN UNTING SAGU TERSUBSTITUSI TEPUNG KACANG NAGARA SELAMA PENYIMPANAN

*Hardness Stability Sago Unting and Sago Unting Substituted Nagara Bean
Flour during Storage*

Rini Hustiany¹ dan Yuspihana Fitriah²

Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Universitas Lambung Mangkurat,
Jl. Jend. A. Yani KM 32 Banjarbaru, Indonesia

Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Universitas Lambung Mangkurat,
Jl. Jend. A. Yani KM 32 Banjarbaru, Indonesia

Email : hustiany@yahoo.com

ABSTRACT

Sago Unting is one food of the specific South Kalimantan made from sago. Unting sago can be diversified into sago unting substituted Nagara bean flour to increase protein content with ratio 5 : 1. The study purpose is to determine glass transition temperature sago unting and sago unting substituted Nagara bean flour with various long steaming, as well as to learn hardness stability sago unting and sago unting substituted Nagara beans flour with various types of packaging for storage. Sago unting and sago unting substituted Nagara bean flour steamed for 0, 1, 2, and 3 minutes, then dried at 60°C until the moisture content 9-11%. For steaming 0 minutes packed with metalizer, laminated paper cup and plastic pp, then stored at 45°C for 3 months and analyzed hardness every week. The glass transition temperature determined using DSC (Differential Scanning Calorimetry), whereas hardness stability during storage analyzed using hand tensile hardness and Avrami equation. The glass transition temperature unting and sago unting substituted Nagara bean flour between 59.05 - 68.69°C and ΔC_p between 0.362 to 3.134 J / g°C. The stability mechanism hardness sago unting and sago unting substituted Nagara bean flour when packed using plastic pp or metalizer are at $n < 1$, while when packed using laminated paper cup are at $n > 1$. Meaning sago unting and sago unting substituted Nagara bean flour faster changes in hardness when packed using laminated paper cup. Sago unting or sago unting substituted Nagara bean flour more stable when packed using metalizer or plastic pp.

Keywords: Sago unting, Nagara bean flour, glass transition temperature, stability, hardness

ABSTRAK

Unting sago adalah salah satu olahan khas Kalimantan Selatan yang terbuat dari sago. Unting sago ini dapat didiversifikasikan menjadi unting sago tersubstitusi tepung kacang Nagara untuk meningkatkan kandungan proteinnya dengan perbandingan 5 : 1. Tujuan penelitian adalah untuk menentukan suhu gelas transisi unting sago dan unting sago tersubstitusi tepung kacang Nagara dengan berbagai lama pengukusan, serta untuk mempelajari stabilitas kekerasan unting sago dan unting sago tersubstitusi tepung kacang Nagara dengan berbagai jenis kemasan selama penyimpanan. Unting sago dan unting sago tersubstitusi tepung kacang Nagara dikukus selama 0, 1, 2, dan 3 menit, kemudian dikeringkan pada suhu 60°C sampai kadar air 9 - 11 %. Untuk pengukusan 0 menit dikemas dengan kemasan metalizer, cup kertas berlaminasi, dan plastik pp, selanjutnya disimpan pada suhu 45°C selama 3 bulan dan dianalisa kekerasannya setiap minggu. Penentuan suhu gelas transisi menggunakan DSC (Differential Scanning Calorimetry), sedangkan analisis stabilitas kekerasan selama penyimpanan menggunakan hand tensile hardness dan persamaan Avrami. Suhu gelas transisi unting sago maupun unting sago tersubstitusi tepung kacang Nagara berkisar antara 59.05 - 68.69°C dan ΔC_p berkisar antara 0.362 - 3.134 J/g°C. Mekanisme laju perubahan kestabilan kekerasan unting sago

dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara yang dikemas dengan plastik pp dan metalizer berada pada $n < 1$, sedangkan yang dikemas dengan cup kertas berlaminasi berada pada $n > 1$. Artinya unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara lebih cepat perubahan kekerasannya apabila dikemas dengan cup kertas berlaminasi. Uting sagu maupun unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara lebih stabil apabila dikemas dengan menggunakan metalizer atau plastik pp.

Kata Kunci : Uting sagu, tepung kacang Nagara, suhu gelas transisi, stabilitas, kekerasan

PENDAHULUAN

Sagu merupakan salah satu tanaman yang memiliki nilai sosioekonomi di kawasan Asia Tenggara (Karim, 2008). Sagu merupakan salah satu sumber karbohidrat berasal dari tanaman rumbia yang banyak tersebar di seluruh Indonesia, terutama di daerah-daerah yang banyak terdapat sungai besar dan rawanya, seperti Kalimantan dan Papua (Abd-Aziz, 2002). Pati yang dihasilkan dari sagu dapat diolah berbagai jenis makanan, salah satunya adalah unting sagu. Uting sagu adalah makanan tradisional masyarakat Banjar di Kalimantan Selatan yang diolah dari sagu yang masih basah. Uting sagu kemudian dimasak dengan menambahkan gula merah dan santan yang disebut bubur gunting.

Olahan unting sagu adalah salah satu cara untuk mendiversifikasikan produk olahan pangan yang berbasis pangan lokal. Akan tetapi unting sagu yang diolah secara tradisional mempunyai daya simpan yang rendah karena masih basah dengan kadar air kurang lebih 40%, kurang menarik, dan pemasarannya terbatas. Oleh karena itu, untuk meningkatkan daya simpannya, maka unting sagu terlebih dahulu dikeringkan sampai kadar air antara 9-11 %.

Uting sagu yang dihasilkan mengandung karbohidrat berkisar 68.3 sampai 84.8 % dengan kandungan amilosa berkisar 42.2 sampai 50 %. Kandungan protein unting sagu cukup rendah, yaitu 0.2 sampai 0.4 % (Hustiany dan Fitriani, 2013). Rendahnya protein pada unting sagu dapat diingkatkan dengan menambahkan bahan yang mengandung protein cukup tinggi, salah satunya dengan menambahkan tepung kacang Nagara untuk diolah menjadi unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara. Kacang Nagara adalah sejenis kacang tunggak yang banyak dibudidayakan di kecamatan Nagara, kabupaten Hulu Sungai Selatan, provinsi Kalimantan Selatan. Menurut Hustiany (2015), kacang Nagara mengandung protein sebesar 16.46 % dan karbohidrat sebesar 79.57%. Apabila kacang Nagara dibuat menjadi tepung kacang Nagara, maka menurut Hustiany dan Fitriani (2013) akan terjadi peningkatan kandungan protein menjadi 24.2 % dan penurunan kandungan karbohidrat menjadi 61.6 %. Selain itu, secara fisikokimia unting sagu kering dengan berbagai lama pengukusan mempunyai kekerasan berkisar antara 2.9 - 4.3 kg/mm, sedangkan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering dengan berbagai lama pengukusan mempunyai kekerasan berkisar antara 0.2 - 0.9 kg/mm. Adapun ketebalan unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering dengan berbagai lama pengukusan kurang lebih sama, yaitu berturut-turut berkisar antara 3.1 - 4.1 mm dan 3.7 - 4.3 mm (Hustiany dan Fitriani, 2013).

Kestabilan kekerasan dan ketebalan unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering selama penyimpanan salah satunya dapat dipengaruhi oleh suhu

gelas transisi (T_g). T_g adalah suatu bahan mengalami perubahan dari suatu fase ke fase lain (Aguilera dan Stanley, 1999). Suhu yang terletak pada daerah transisi gelas (T_g) merupakan faktor yang paling penting untuk mengontrol sifat-sifat fisik, mekanis, (Roos *et al.*, 1996) dan fisiko-kimia (Roos dan Karel, 1991) dari suatu polimer yang amorf. Apabila suatu bahan yang amorf terletak di atas suhu transisi gelas (T_g), maka akan terjadi kerusakan sifat fisiko-kimia, mobilitas molekular meningkat dan volume yang dibebaskan juga meningkat (Roos dan Karel, 1991).

Suhu gelas transisi mempengaruhi sifat fisikokimia suatu bahan yang mengandung pati, seperti unting sagu, yang mengalami gelatinisasi, retrogradasi dan rekristalisasi. Karakteristik fisikokimia dari bahan yang mengandung pati yang telah mengalami retrogradasi dan rekristalisasi selama penyimpanan akan terjadi suatu perubahan struktur pada bahan yang mengandung pati tersebut (Lawal, 2014; Ortega-Ojeda dan Eliason, 2001). Selain itu, perubahan struktur dari bahan yang mengandung pati selama penyimpanan juga dipengaruhi oleh jenis kemasan yang digunakan. Kemasan yang digunakan untuk menyimpan unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering menggunakan plastik pp (polipropilen), *metalizer*, dan cup kertas berlaminasi.

Dengan dasar ini, maka penelitian ini bertujuan untuk menentukan suhu gelas transisi dan kapasitas panas unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering dengan berbagai lama pengukusan dan untuk mempelajari stabilitas kekerasan dan ketebalan unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering tanpa pengukusan selama penyimpanan dengan berbagai jenis kemasan pada suhu 45°C.

BAHAN DAN METODE

BAHAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah unting sagu yang diperoleh dari pengolah unting sagu yang ada di desa Pemakuan Laut, kecamatan Sungai Tabuk, kabupaten Banjar, provinsi Kalimantan Selatan. Tepung kacang Nagara diperoleh dari kacang Nagara yang diolah menjadi tepung. Kacang Nagara diperoleh dari kecamatan Nagara, kabupaten Hulu Sungai Selatan, provinsi Kalimantan Selatan yang dijual di pasar Martapura, kabupaten Banjar.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan dimulai dengan memproduksi unting sagu di desa Pemakuan Laut. Selain unting sagu juga diolah unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara. Unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara yang dihasilkan selanjutnya dikukus dan dikeringkan, sehingga diperoleh unting kering. Unting kering terbaik hasil penelitian Hustiany dan Fitriani (2013) adalah unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering dengan tanpa pengukusan selanjutnya dikemas dan disimpan pada suhu 45°C untuk melihat stabilitas ketebalan dan kekerasan dari unting sagu kering selama penyimpanan.

Pengolahan Unting Sagu Tradisional

Sagu yang digunakan untuk pengolahan unting sagu adalah sagu yang diolah secara tradisional di desa Pemakuan Laut, kecamatan Sungai Tabuk, kabupaten Banjar, provinsi Kalimantan Selatan. Sagu yang digunakan untuk mengolah unting sagu adalah sagu basah, yaitu sagu yang diperoleh dari hasil ekstraksi pati sagu dan belum dikeringkan. Dalam pengolahan unting pertama-tama dilakukan pengayakan sagu. Sagu yang sudah halus dibuat padatan menjadi bola-bola lonjong dengan ukuran besar. Bola-bola lonjong ini selanjutnya dimasukkan ke dalam air yang mendidih selama kurang lebih 15 menit sampai seluruh permukaannya terjadi proses gelatinisasi. Bola-bola lonjong tersebut kemudian diangkat dan ditiriskan sebentar, kemudian dilanjutkan dengan membuka lapisan terluar dari bola-bola lonjong tersebut, yaitu bagian yang telah tergelatinisasi. Bagian yang telah tergelatinisasi kemudian diaduk dan diuleni dengan bagian yang belum tergelatinisasi sampai kalis. Setelah kalis, adonan diambil sedikit dan dibuat menjadi seperti tali-tali yang panjang atau ular-ularan. Ular-ularan ini selanjutnya dipotong-potong dengan menggunakan pisau, maka jadilah unting.

Pengolahan Unting Sagu Tersubstitusi Tepung Kacang Nagara

Proses pengolahan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara hampir sama dengan pengolahan sagu secara tradisional. Akan tetapi unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara ditambahkan dengan tepung kacang Nagara dengan perbandingan antara sagu dan tepung kacang Nagara sebesar 5:1. Tepung kacang Nagara diperoleh dengan cara kacang Nagara segar disortir dahulu kemudian dicuci sampai bersih sebelum direndam dalam larutan alkali selama 3 jam untuk mengurangi aktivitas tripsin inhibitor dan tanin, dan menghilangkan aktivitas hemaglutinin. Kacang yang telah direndam lalu ditiriskan dan dihilangkan kulitnya. Pada kacang Nagara segar, maka kacangnya langsung dikeringkan dengan oven pada suhu 50°C sampai kering, dengan kadar air berkisar 9 - 11%. Hasil pengeringan kacang Nagara segar, kemudian digiling dengan blender. Tepung kacang diayak dengan saringan 60 – 80 mesh.

Pengukusan dan Pengeringan Unting Sagu

Unting sagu dan unting sagu tersubstitusi kacang Nagara dilakukan pengukusan selama 0, 1, 2 dan 3 menit. Unting yang telah dikukus selanjutnya dikeringkan sampai kadar air 9 – 11 % dengan pengeringan menggunakan oven pada suhu 60°C untuk mendapatkan unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering. Unting kering dengan berbagai lama pengukusan dianalisis suhu gelas transisi (T_g) dan kapasitas panas (ΔC_p) dengan menggunakan DSC (*Differential Scanning Calorimetry*).

Pengemasan dan Penyimpanan

Unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering dikemas dengan menggunakan plastik pp, *metalizer*, dan cup kertas berlaminasi. Unting sagu kering dalam kemasan selanjutnya disimpan pada suhu 45°C selama 3 bulan. Dalam setiap

minggunya dilakukan pengamatan meliputi kadar air, ketebalan, dan kekerasan tekstur pada unting kering.

Analisis

1. Penentuan Suhu Gelas Transisi (T_g) dan Kapasitas Panas (ΔC_p) dengan *Differential Scanning Calorimetry* (DSC) (ASTM D3418-08)

Sampel ditimbang sekitar 2 - 6 mg dan dimasukkan dalam *crucible*. Analisis dilakukan dengan program suhu *scanning* adalah 0°C sampai 200°C dengan kecepatan pemanasan adalah 10°C/menit. Sebagai *purge gas* digunakan gas nitrogen dengan kecepatan aliran 20 ml/menit.

2. Kadar Air (Metode Oven) (Apriyantono *et al.*, 1989)

Kadar air ditentukan dengan menggunakan metode oven. Sampel penentuan kadar air unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering sebanyak dua kali ulangan. Setiap ulangan dilakukan pengukuran kadar air secara duplo, sehingga data yang diperoleh sebanyak 4 data untuk dua kali ulangan.

3. Ketebalan (Metode Mikrometer)

Unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering yang sudah disimpan selanjutnya disimpan pada suhu 45°C dengan berbagai jenis kemasan. Dalam setiap minggu dilakukan pengamatan untuk menentukan ketebalan dari unting kering. Pengukuran ketebalan unting dengan menggunakan mikrometer. Unting yang digunakan sebanyak 10 buah unting untuk setiap kali ulangan. Apabila dilakukan dua kali ulangan, maka terdapat 20 buah unting yang diukur ketebalannya.

4. Kekerasan (Metode *Hand Texture Hardness*)

Unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering yang sudah disimpan selanjutnya disimpan pada suhu 45°C dengan berbagai jenis kemasan. Dalam setiap minggunya dilakukan pengamatan untuk menentukan kekerasan unting kering. Pengukuran kekerasan unting dengan menggunakan *hand texture hardness*. Unting yang digunakan sebanyak 10 buah unting untuk setiap kali ulangan. Apabila dilakukan dua kali ulangan, maka terdapat 20 buah unting yang diukur kekerasannya.

5. Laju Perubahan Mutu Unting Sagu dan Unting Sagu Tersubstitusi Tepung Kacang Nagara Kering dengan Persamaan Avrami

Analisis laju perubahan mutu unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering selama penyimpanan ditentukan berdasarkan persamaan Avrami (Yoshii *et al.* 2001). Persamaan Avrami adalah :

$$R = \exp[-(kt)^n] \quad (1)$$

dimana R adalah kekerasan unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering selama penyimpanan, t adalah waktu penyimpanan, n adalah parameter untuk menentukan mekanisme laju perubahan kekerasan unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering selama penyimpanan, dan k adalah konstanta laju perubahan kekerasan unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara

kering selama penyimpanan. Persamaan (1) di atas di logaritman sebanyak dua kali dan diperoleh persamaan :

$$-\ln(\ln R) = n \ln k + n \ln t \quad (2)$$

dari persamaan (2) dapat diperoleh parameter n yang merupakan kemiringan dengan menghubungkan antara $-\ln(\ln R)$ dengan $\ln t$ dalam bentuk persamaan regresi linear. Adapun k adalah eksponen perbandingan antara perpotongan (*intercept*) dengan n (kemiringan). Perhitungan nilai k dapat ditulis dengan persamaan (3) :

$$k = \exp(\text{Intercept}/n) \quad (3)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara dengan berbagai lama pengukusan yang telah dihasilkan kemudian dikeringkan sampai kadar airnya berkisar antara 9 sampai 12%. Unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering dengan berbagai lama pengukusan dapat dilihat pada Gambar 1. Apabila pada unting sagu ditambahkan dengan tepung kacang Nagara, maka warnanya tidak seputih unting sagu, tetapi agak kecoklatan (Gambar 2) dan teksturnya lebih rapuh. Hal ini diduga disebabkan tidak terjadinya interaksi antara pati sagu dengan tepung kacang Nagara secara optimal, karena adanya perbedaan ukuran granula dan komposisi kimia pada sagu dan tepung kacang Nagara.



Gambar 1. Unting sagu kering dengan berbagai lama pengukusan. a. 0 menit; b. 1 menit; c. 2 menit; dan d. 3 menit



Gambar 2. Untung sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara

Berdasarkan penelitian Hustiany dan Fitriah (2013), maka untung sagu dan untung sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering mengandung pati berkisar antara 68.3 - 85.2 %. Kadar pati untung sagu kering dengan pengukusan 1 menit dan tanpa pengukusan lebih rendah dibandingkan dengan pengukusan 2 dan 3 menit. Hal ini disebabkan adanya proses gelatinisasi, retrogradasi, dan rekristalisasi pada pati menyebabkan ikatan pati semakin kuat (Ortega-Ojeda dan Eliasson, 2001). Sebaliknya, pada untung sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering, maka apabila dilakukan perebusan selama 3 menit, membuat ikatan pati semakin rapuh dan menurunkan jumlah pati pada untung sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara.

Suhu Gelas Transisi

Suhu gelas transisi (T_g) untung sagu kering dengan berbagai lama pengukusan berkisar antara 59.05 - 66.11 °C (Tabel 1 dan Gambar 3). Semakin lama pengukusan, maka semakin rendah T_g . Artinya, semakin lama pengukusan, maka granula pati lebih banyak yang tergelatinisasi, sehingga lebih mudah untuk terjadinya fase transisi. Hal ini senada dengan untung sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering, yaitu T_g semakin rendah dengan semakin lamanya pengukusan. T_g untung sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering dengan berbagai lama pengukusan berkisar antara 63.45 - 68.69 °C (Tabel 1 dan Gambar 3). Hal ini senada dengan yang disampaikan oleh Maaruf *et al.* (2001) yang menyatakan bahwa suhu gelas transisi tepung sagu dengan berbagai jumlah air berkisar antara 63.6 - 78.5°C.

T_g untung sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering lebih tinggi dibandingkan dengan untung sagu kering. Walaupun demikian untung sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering mempunyai kapasitas panas yang lebih rendah dibandingkan dengan untung sagu kering. Kapasitas panas untung sagu kering dengan berbagai lama pengukusan berkisar antara 1.979 - 3.134 J/g°C. Adapun kapasitas panas untung sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering dengan berbagai lama pengukusan berkisar antara 0.350 - 2.043 J/g°C (Tabel 1 dan Gambar 3). Artinya untung sagu tersubstitusi kacang Nagara kering apabila dipanaskan dalam air pada energi, suhu, dan massa yang sama lebih mudah hancur dibandingkan dengan untung sagu kering. Hal ini terbukti dengan penelitian Hustiany dan Fitriah (2013) yang menyatakan bahwa kekerasan untung sagu tersubstitusi tepung kacang

Nagara kering berkisar antara 0.2 - 0.9 kg/mm, sedangkan unting sagu kering berkisar antara 2.9 - 4.3 kg/mm.

Tabel 1. Suhu gelas transisi (T_g) dan kapasitas panas (ΔC_p) unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara dengan berbagai lama pengukusan

Jenis Unting dan Lama Pengukusan (menit)	Suhu Gelas Transisi (T_g) ($^{\circ}\text{C}$)	ΔC_p (J/g $^{\circ}\text{C}$)
Unting Sagu		
0	66,11	3,046
1	65,47	3,134
2	63,23	1,979
3	59,05	2,411
Unting Sagu Tersubstitusi Kacang Nagara		
0	68,69	2,043
1	65,88	0,362
2	63,45	0,425
3	64,08	0,350

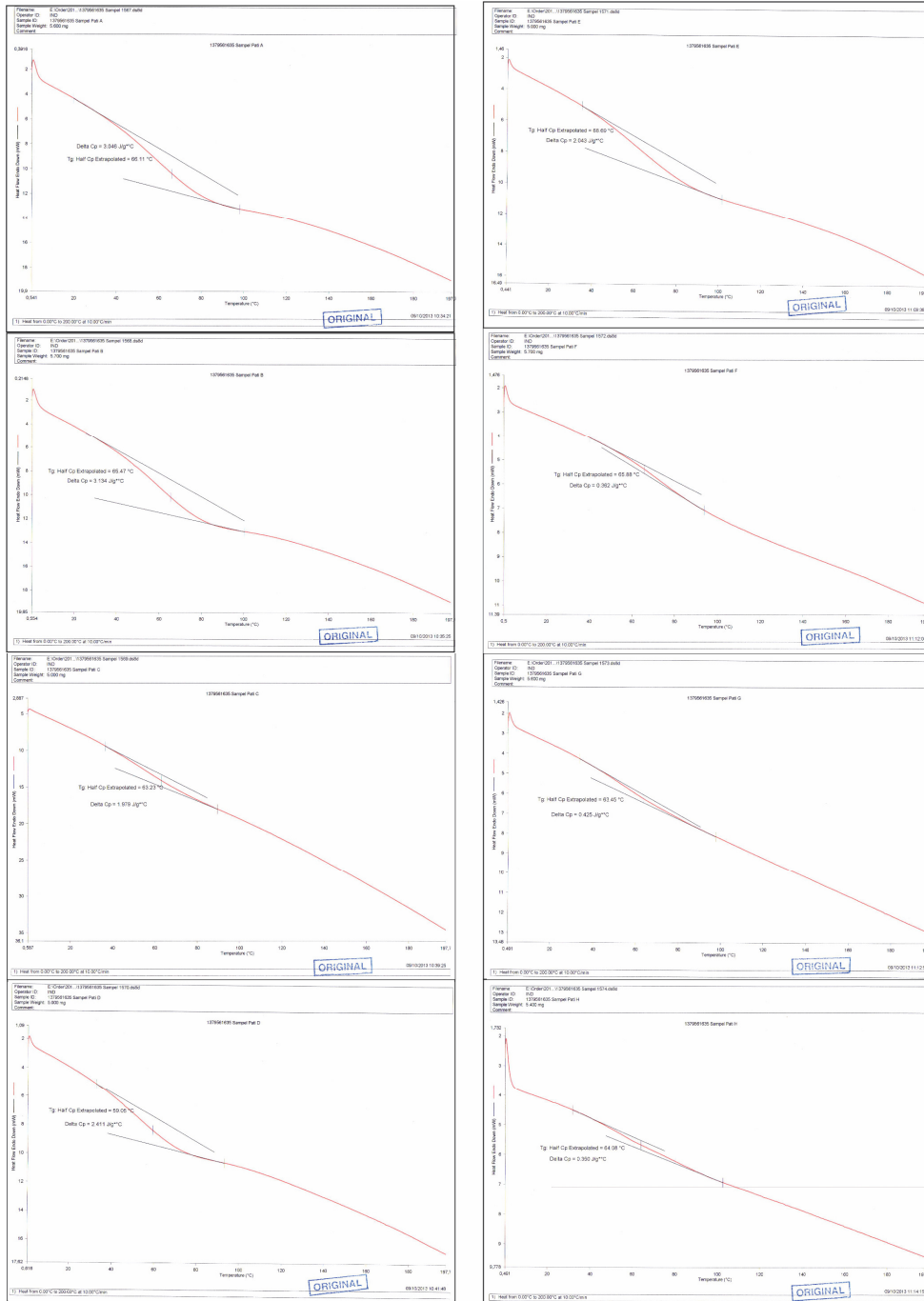
Stabilitas Kadar Air

Stabilitas kadar air unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering berpengaruh pada sifat fisik unting sagu pada saat dikonsumsi dan juga berpengaruh pada keamanan pangan, seperti mudahnya berkembang biak mikroorganisme. Dalam hal ini kadar air lebih berpengaruh terhadap sifat fisik unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering. Hal ini disebabkan kadar air awal unting berkisar 9 sampai 11%. Kadar air ini aman untuk terjadinya perkembangbiakan mikroorganisme.

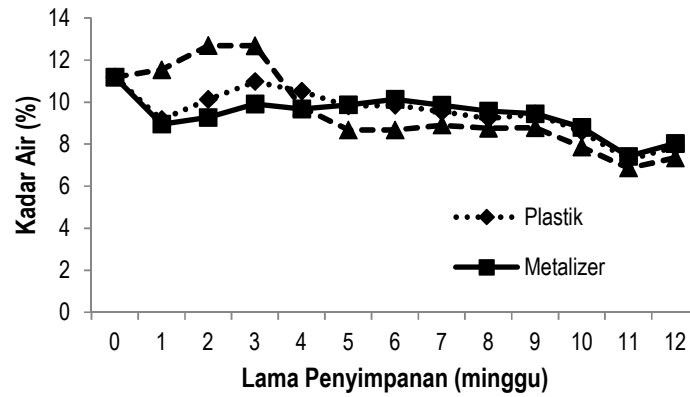
Kadar air unting sagu yang dikemas dengan menggunakan plastik pp dan *metalizer* pada minggu pertama mengalami penurunan dari 11 % menjadi sekitar 9 %, kemudian terjadi peningkatan sedikit tapi masih di bawah 11% (Gambar 4). Adapun unting sagu yang dikemas dengan cup kertas berlaminasi mengalami peningkatan hingga 12,7% dan menurun sampai kadar air yang stabil, yaitu 8 sampai 9% (Gambar 4). Artinya unting sagu yang dikemas dengan menggunakan cup kertas berlaminasi lebih mudah untuk menyerap air dari lingkungannya, sedangkan kemasan *metalizer* dan plastik pp lebih stabil terhadap lingkungannya.

d

h

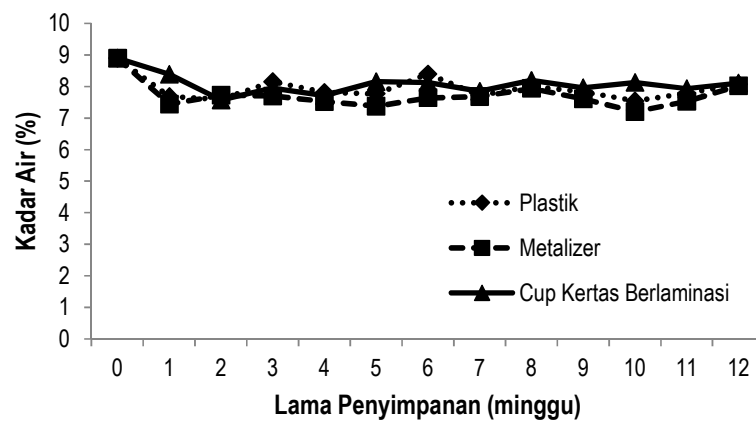


Gambar 3. DSC kekerasaan berbagai lama pengukusan unting sagu (a-d) dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara (e-h). a. 0 menit; b. 1 menit; c. 2 menit; d. 3 menit; e. 0 menit; f. 1 menit; g. 2 menit; dan h. 3 menit.



Gambar 4. Kadar air unting sagu kering selama penyimpanan

Fenomena yang hampir sama juga terjadi pada kadar air unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering yang disimpan dengan menggunakan kemasan cup kertas berlaminasi, plastik pp dan *metalizer*. Pada minggu pertama juga terjadi penurunan kadar air dari 9 % menjadi 7,5 %. Minggu selanjutnya terjadi peningkatan air sedikit dan masih dibawah 9% (Gambar 5). Unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara yang dikemas dengan cup kertas berlaminasi lebih mudah menyerap air dari lingkungan, walaupun sedikit. Dan yang paling stabil adalah unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara yang dikemas dengan *metalizer*.



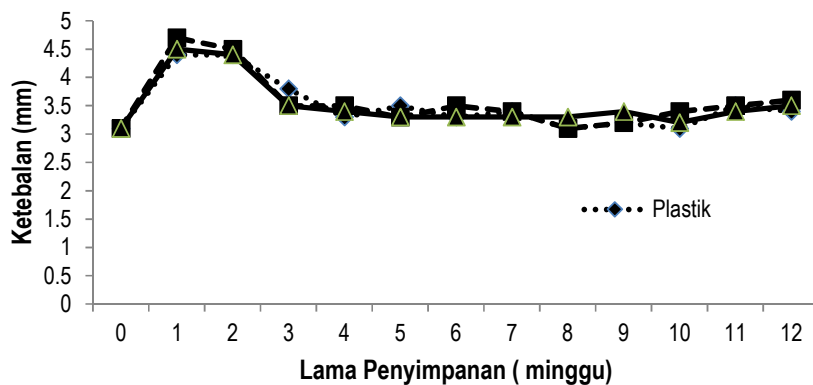
Gambar 5. Kadar air unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering selama penyimpanan

Stabilitas Ketebalan dan Kekerasan

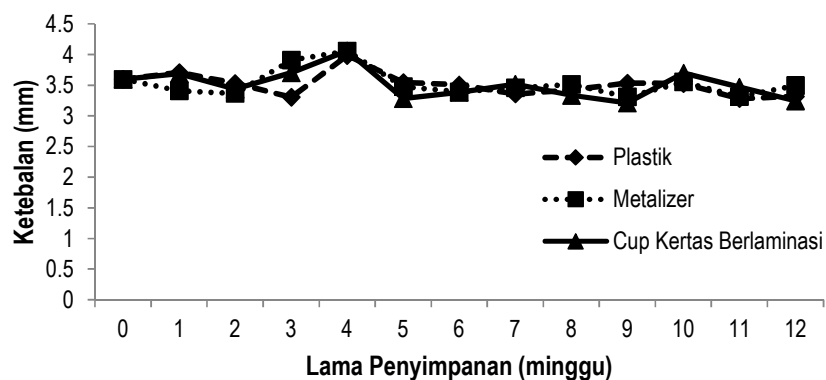
Ketebalan dan kekerasan digunakan untuk melihat perubahan sifat fisik dari unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering. Kandungan unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering sebagian besar terdiri dari pati. Pati yang mengalami proses pemanasan dan pengeringan dengan adanya air, maka akan

mengalami proses gelatinisasi, rekristalisasi dan retrogradasi. Rekristalisasi dan retrogradasi mempengaruhi terhadap ketebalan dan kekerasan unting.

Pada Gambar 6 dan 7 dapat dilihat bahwa ketebalan unting sagu relatif stabil, yaitu berkisar 3 sampai 4,5 mm. Pada awal pengeringan, unting sagu mengalami peningkatan ketebalan yang diduga disebabkan adanya pemanasan dapat mengembangkan granula pati, tetapi setelah itu terjadi penurunan ketebalan unting dan ketebalannya lebih besar dibandingkan dengan unting awalnya. Penurunan ketebalan unting disebabkan granula pati telah mengembang dan atau telah terjadi gelatinisasi. Apabila unting tersebut dikeringkan, maka terjadi proses rekristalisasi dan retrogradasi yang menyebabkan ikatan struktur pati menjadi lebih rapat dan kokoh, yaitu membentuk ikatan helix. Retrogradasi pada amilosa dapat terjadi lebih cepat dibandingkan rekristalisasi pada amilopektin. Hal ini disebabkan amilosa merupakan suatu ikatan rantai lurus (Lawal, 2004).



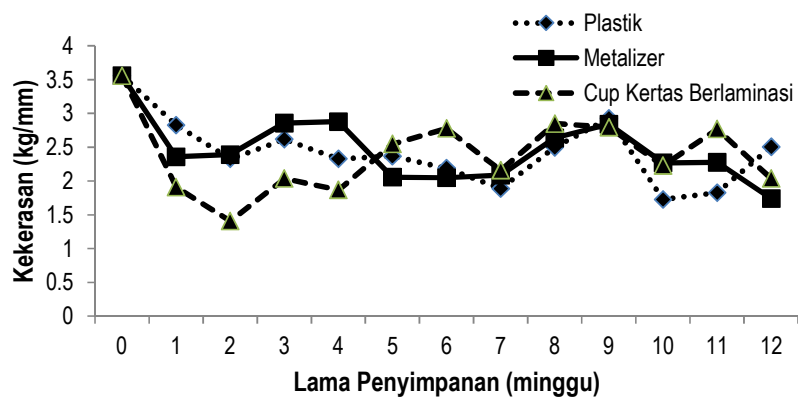
Gambar 6. Ketebalan unting sagu kering selama penyimpanan



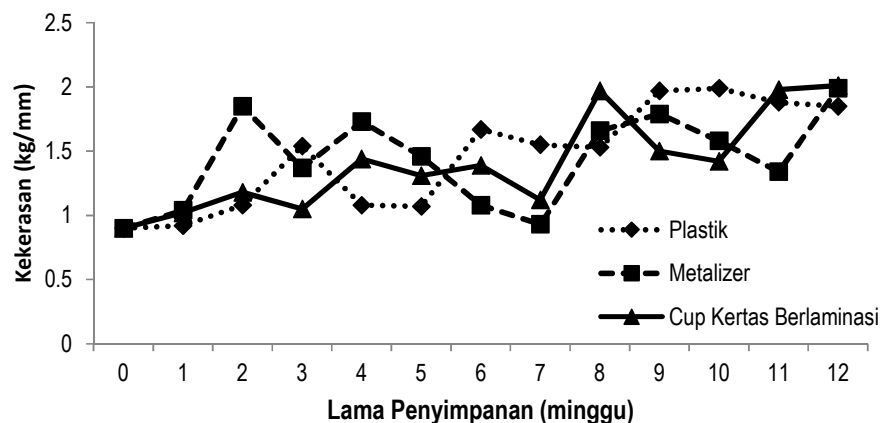
Gambar 7. Ketebalan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering selama penyimpanan

Apabila dihubungkan dengan kekerasan, maka terbentuknya ikatan helix menyebabkan unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara semakin keras (Gambar 8 dan 9). Oleh karena itu, pada saat terjadi peningkatan ketebalan dengan mengembangnya granula pati, maka kekerasan unting menurun. Selama penyimpanan

pada suhu 45°C kekerasan pada unting sagu kering pada awalnya terjadi penurunan dari minggu 1 sampai ke 2 bahkan sampai ke-4, kemudian terjadi peningkatan kekerasan walaupun pelan, dan tidak dapat melampaui kekerasan unting pada hari ke-0 (Gambar 8). Kekerasan pada unting sagu kering disebabkan terjadinya proses gelatinisasi, retrogradasi, dan rekristalisasi. Adapun pada unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering cenderung mengalami peningkatan kekerasan dari hari ke-0 sampai minggu ke-12, walaupun peningkatan kekerasannya berjalan lambat (Gambar 9). Hal ini dapat dihubungkan dengan Tg unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering lebih tinggi dibandingkan dengan unting sagu kering (Tabel 1). Dengan demikian perubahan dari satu fase ke fase yang lainnya juga terjadi lebih lambat pada unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering.



Gambar 8. Kekerasan unting sagu kering selama penyimpanan



Gambar 9. Kekerasan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering selama penyimpanan

Perubahan stabilitas kekerasan unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering disebabkan terjadinya reorder atau *rearrangement* struktur pati setelah terjadinya gelatinisasi (Lawal, 2004), yaitu terjadinya retrogradasi dan rekristalisasi

selama penyimpanan. Hal ini dapat dilihat pada pati *hybride maize*, pada hari ke-0, Tg pati *hybride maize* sebesar 77.6°C. Setelah disimpan selama dua hari, Tg pati *hybride maize* menjadi 42.7°C dan setelah disimpan 7 hari, Tg pati *hybride maize* menjadi 52.1°C (Lawal, 2004). Artinya selama proses penyimpanan terjadi peningkatan bagian dari pati yang mengalami retrogradasi dan rekristalisasi. Demikian juga yang terjadi pati kentang *waxy-maize*, kentang-*barley*, dan *waxy maize-barley* mengalami penurunan nilai Tg setelah 4 hari penyimpanan dan mengalami peningkatan yang kecil setelah disimpan 7 hari (Ortega-Ojeda dan Eliasson, 2001).

Kestabilan kekerasan unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan Avrami. Mekanisme laju perubahan kestabilan kekerasan pada unting sagu kering berada pada $n < 1$ (Tabel 2) dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering juga berada pada $n < 1$ (Tabel 3) apabila menggunakan kemasan plastik pp dan *metalizer*. Artinya mekanisme laju perubahan kestabilan kekerasan pada unting sagu kering bersifat lambat, melalui satu lapisan ke lapisan yang lain melalui difusi molekuler (Soottitantawat *et al.*, 2004). Apabila menggunakan kemasan cup kertas berlaminasi, maka mekanisme laju perubahan kestabilan kekerasan unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering berada pada $n > 1$ berarti laju perubahan kestabilan kekerasan dengan cepat pada suatu periode induksi.

Tabel 2. Nilai n dan k berdasarkan persamaan Avrami kekerasan unting sagu kering selama penyimpanan

Parameter	Nilai n			Nilai k (minggu ⁻¹)		
	Plastik	Metalizer	Cup Kertas Berlaminasi	Plastik	Metalizer	Cup Kertas Berlaminasi
<i>Slope</i>						
n1	0.286	-0.169	1.399	0.51	0.34	1.07
n2		0.109	-0.287		0.66	0.02
n3		-0.260	0.040		0.04	1.28
<i>R²</i>						
R1	0.865	0.788	0.734			
R2		0.556	0.769			
R3		0.975	0.644			
<i>Intercept</i>						
i1	-0.190	0.180	0.098			
i2		-0.046	1.204			
i3		0.810	0.010			

Tabel 3. Nilai n dan k berdasarkan persamaan Avrami kekerasan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering selama penyimpanan

Parameter	Nilai n			Nilai k(minggu ⁻¹)		
	Plastik	Metalizer	Cup Kertas Berlaminasi	Plastik	Metalizer	Cup Kertas Berlaminasi
<i>Slope</i>						
n1	0.555	-0.212	-1.185	0.41	0.00	0.07
n2	-0.365			0.00		
<i>R²</i>						
R1	0.627	0.674	0.828			
R2	0.608					
<i>Intercept</i>						
i1	-0.499	2.507	3.231			
i2	2.311					

Berdasarkan nilai k dapat dilihat bahwa laju penurunan stabilitas kekerasan pada unting sagu kering yang dikemas dengan kemasan cup kertas berlaminasi lebih cepat dibandingkan dengan unting sagu kering yang dikemas dengan plastik pp dan *metalizer*. Adapun pada unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering, maka laju penurunan stabilitas kekerasan (nilai k) lebih lambat apabila unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering dikemas dengan menggunakan plastik pp dan *metalizer* dibandingkan apabila dikemas dengan menggunakan cup kertas berlaminasi. Walaupun laju perubahan kekerasan juga masih berjalan lambat (Tabel 2 dan 3). Berdasarkan hal ini dapat dilihat bahwa laju penurunan stabilitas kekerasan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering lebih lambat dibandingkan dengan unting sagu kering.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Suhu gelas transisi (T_g) unting sagu kering dengan berbagai lama pengukusan berkisar antara 59.05 - 66.11 °C . T_g unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering dengan berbagai lama pengukusan berkisar antara 63.45 - 68.69 °C.
2. Kapasitas panas unting sagu kering dengan berbagai lama pengukusan berkisar antara 1.979 - 3.134 J/g°C. Adapun kapasitas panas unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering dengan berbagai lama pengukusan berkisar antara 0.350 - 2.043 J/g°C.
3. Ketebalan unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering selama penyimpanan relatif stabil.
4. Mekanisme laju perubahan kestabilan kekerasan unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara yang dikemas dengan plastik pp dan *metalizer* berada pada n<1, sedangkan yang dikemas dengan cup kertas berlaminasi berada n>1.
5. Laju penurunan stabilitas kekerasan unting sagu dan unting sagu tersubstitusi tepung kacang Nagara kering lebih lambat apabila dikemas dengan plastik pp dan *metalizer* dibandingkan apabila dikemas dengan cup kertas berlaminasi.

6. Laju penurunan stabilitas kekerasan unting sago tersubstitusi tepung kacang Nagara kering lebih lambat dibandingkan dengan unting sago kering.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Ditjen DP2M Dikti melalui Hibah Strategis Nasional Tahun Anggaran 2013 -2015.

DAFTAR PUSTAKA

- Aguilera, J.M. dan D.W. Stanley. 1999. Microstructural Principles of Food Processing and Engineering. 2nd Ed. An Aspen Pub., Maryland.
- Abd-Aziz, S. 2002. Sago starch and its utilisation. Review. J. of Bioscience and Bioengineering. 94(6):526-529.
- Ahmad, F.B., P.A. Williams, J-L. Doublier, S. Durand, dan A. Buleon. 1999. Physico-chemical characterisation of sago starch. Carbohydrate Polymers.38:361-370. PII: S0144-8617(98)00123-4
- Apriyantono, A., D. Fardiaz, N.L. Puspitasari, Sedarnawati, dan S. Budiyanto. 1989. Analisis Pangan. IPB Press, Bogor.
- Hustiany, R. dan Y. Fitriani. 2013. Sifat Fisikokimia dan preferensi konsumen terhadap unting sago dan unting sago tersubstitusi tepung kacang Nagara (*Vigna unguiculata* spp *Cylindrica*). Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Sumberdaya Lokal untuk Mendorong Ketahanan Pangan dan Ekonomi. 18 Desember 2013 : p A6-5 - A6-11. UPN Veteran Jawa Timur, Surabaya. ISBN : 978-602-9372-61-8.
- Hustiany, R. 2015. Potensi kacang Nagara (*Vigna unguiculata* spp *Cylindrica*) untuk olahan tempe. Prosiding Seminar Nasional Sinergi Pangan, Pakan dan Energi Terbarukan. 21 - 23 Oktober 2014: p 221 - 227. Unit Pelaksana Teknis Balai Pengembangan Proses dan Teknologi Kimia Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Yogyakarta. ISBN : 978 -602-70784-1-3.
- Karim, A.A. Tie, A.P.L., Mana, D.M.A., and Zaidul, L.S.M. 2008. Starch from the sago (*Metroxylon sago*) palm tree – properties, prospect, and challenges as a new industrial source for food and other uses. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 7(3):215-228.
- Lawal, O.S. 2004. Succinyl and acetyl starch derivatives of a hybrid maize : physicochemical characteristics and retrogradation properties monitored by differential scanning calorimetry. Carbohydrate Research. DOI.10.1016/j.carres.2004.08.015.
- Maaruf, A.G., Y.B. Che Man, B.A. Asbi, A.H. Junainah, and J.F. Kennedy. 2001. Effect of water content on the gelatinisation temperature of sago starch. Carbohydrate Polymers.46:331-337. PII : S0144-8617(00)00335-0.
- Ortega-Ortega, F.E. dan A-C. Eliasson. 2001. Gelatinisation and retrogradation behaviour of some starch mixtures. Starch/Starke. 53:520-529.
- Roos, Y.H. dan M. Karel. 1991. Applying state diagrams to food processing and development. Food Technol. Desember:67-71.

- Roos, Y.H., M.Karel, dan J.L. Kokini. 1996. Glass transitions in low moisture and frozen foods : effects on shelf life and quality. *Food Technol.* November:95-105.
- Sootitawat, A., H. Yoshii, T. Furuta, M. Ohgawara, P. Forssell dan R. Partanen. 2004. Effect of water activity on the release characteristics and oxidative stability of D-limonene encapsulated by spray drying. *J. of Agric. Food Chem.* 52:1269-1276.
- Yoshii, H., A. Sootitawat, X-D. Liu, T. Atarashi, T. Furuta, S. Aishima, M. Ohgawara, dan P. Linko. 2001. Flavor release from spray-dried maltodextrin/gum arabic or soy matrices as a function of storage relative humidity. *Innovative Food Sci. Emerging Tech.* 2:55-61. PII: S 1 4 6 6 - 8 5 6 4 Ž 0 1 . 0 0 0 1 9 – 4