



KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA MOCAF (*MODIFIED CASSAVA FLOUR*) DAN TAPIOKA AKIBAT PERLAKUAN pH DAN SUHU

SKRIPSI

Oleh :
Pradiska Gita Vindy Ganesha
NIM.111710101029

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA MOCAF (*MODIFIED CASSAVA FLOUR*) DAN TAPIOKA AKIBAT PERLAKUAN pH DAN SUHU

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Teknologi Hasil Pertanian (S-1)
Fakultas Tekonologi Pertanian Universitas Jember

Oleh :

Pradiska Gita Vindy Ganesha
NIM.111710101029

JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, saya panjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang serta sholawat kepada Nabi Muhammad SAW. Skripsi ini saya persembahkan sebagai rasa terima kasih yang tidak terkira kepada:

1. Mama Endang Heruyanti dan Ayah Sulaiman yang aku cinta, terima kasih selalu ku ucapkan pada Ayah-mama yang selalu mendoakan, memberikan kasih sayang, mendukung, memberikan nasihat dan semangat pada anakmu ini. Aku selalu bersyukur, bahagia dan merasa bangga karena telah hadir di antara kalian berdua. Aku sayang kalian berdua, kalian yang terbaik;
2. Sumiku Muhammad Balya Firjon Barlaman yang selalu ada untukku, yang selalu memberikan doa dukungan serta motivasi, dirimu adalah suami yang hebat!. Semoga impian kita tercapai, amin.
3. Putriku, Khadijah Husna Zafirah yang selalu menghibur ibu, menjadi penyemangat ibu, semoga menjadi anak yang beruntung ya nak.
4. Sahabat sahabatku, Nia Ariani, Alan Zakiya dan Mella Rosa, terimakasih atas bantuan kalian, motivasi kalian, semoga cita cita kalian tercapai.
5. Sahabat – sahabatku THP 2011 *brotherhood* yang memberikan pengalaman yang tak terlupakan di FTP UJ, maaf tak bisa kusebut nama kalian satu persatu.
6. Guru-guruku sejak TK SD, SMP, SMA, Perguruan Tinggi, yang telah memberikan ilmu pengetahuan serta bimbingan yang sangat berarti dan berharga untukku;
7. Prof Bagio yang terus membimbing, Bu Dini yang terus melakukan perbaikan kepadaku, dan dosen – dosen FTP UJ yang membuat langkahku di FTP terus maju.
8. Almamaterku Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, tempatku menempa diri dan mendapatkan banyak teman serta pengalaman.

MOTTO

“Demi masa. Sesungguhnya manusia itu benar - benar dalam kerugian, kecuali orang - orang yang beriman dan mengerjakan amal saleh dan nasehat - menasehati supaya menaati kebenaran dan nasehat - menasehati supaya menetapi kesabaran”
(Q.S. Al ‘Ashr : 1 -3)

“Orang terbaik yang mampu mengubah hidup anda adalah diri anda sendiri”
(Dedy Corbuzier)

“Kita hidup bukan untuk menemukan jati diri tetapi untuk membentuk jati diri”
(Penulis)

“Try not to be a man of success, but try to be a man of value”
(Penulis)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Pradiska Gita Vindy Ganesha

NIM : 111710101029

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul : *Karakteristik Fisikokimia Mocaf (Modified Cassava Flour) dan Tapioka Akibat Perlakuan pH dan Suhu* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, ... Februari 2018

Yang menyatakan,

Pradiska Gita Vindy Ganesha

NIM 111710101029

SKRIPSI

KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA MOCAF (*MODIFIED CASSAVA FLOUR*) DAN TAPIOKA AKIBAT PERLAKUAN pH DAN SUHU

oleh

Pradiska Gita Vindy Ganesha
NIM 0111710101029

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Prof. Ir. Achmad Subagio M.Agr., Ph.D.

Dosen Pembimbing Anggota : Nurud Diniyah S.TP., M.P.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “**Karakteristik Fisikokimia Mocaf (*Modified Cassava Flour*) dan Tapioka Akibat Perlakuan pH dan Suhu**” karya Pradiska Gita Vindy Ganesha NIM. 111710101029 telah diuji dan disahkan pada :

Hari : Jumat
Tanggal : 02 Februari 2018
Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Prof. Ir. Achmad Subagio., M.Agr., Ph.D
NIP. 196905171992011001

Nurud Diniyah, S.TP., M.P
NIP. 198202192008122002

Tim Penguji :

Ketua,

Anggota,

Ir. Giyarto., M.Sc
NIP. 196607181993031013

Ahmad Nafi', S.TP., M.P
NIP. 197804032003121003

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Dr. Siswoyo Soekarno, STP, M.Eng
NIP. 196809231994031009

RINGKASAN

Karakteristik Fisikokimia Mocaf (Modified Cassava Flour) dan Tapioka Akibat Perlakuan pH dan Suhu ; Pradiska Gita Vindy Ganesha 111710101029; 2018; 54 halaman; Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Tapioka merupakan pati alami yang terbuat dari ubi kayu. Tapioka biasa digunakan sebagai bahan pengental, pengisi dan pengikat dalam produk pangan. Tapioka memiliki kelemahan diantaranya proses pemasakan yang lama, tidak tahan terhadap perlakuan mekanis, tidak tahan terhadap perlakuan asam, serta viskositas yang tidak stabil.

Mocaf (*modified cassava flour*) merupakan terbung ubi kayu terfermentasi. Proses fermentasi tersebut yang menjadikan perubahan karakteristik fisikokimia mocaf sehingga menjadi kelebihan kelebihan mocaf. Dewasa ini MOCAF digunakan sebagai bahan substitusi pada produk mie, *bakery*, *cookies*, dan makanan semi basah.

Dalam industri pangan, pati juga mempunyai peranan penting. Salah satu contohnya yaitu tapioka yang merupakan pati alami dari ubi kayu. Dalam penggunaannya, pati alami memiliki beberapa kendala, salah satunya yaitu tidak tahan terhadap perlakuan asam dan perlakuan suhu tinggi. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui karakteristik fisikokimia mocaf dan tapioka akibat perlakuan pH dan suhu.

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan terhadap perubahan-perubahan yang terjadi dengan adanya pengaruh asam pada beberapa tingkat perubahan suhu yang diberikan pada sampel. Perubahan tersebut dapat diketahui dari nilai *swelling power*, kelarutan, kekeruhan, viskositas, granula pati dan sineresisnya. Pengolahan data yang diperoleh menggunakan metode deskriptif. Data hasil pengamatan ditampilkan dalam histogram.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH dan suhu pemanasan mempengaruhi karakteristik fisikokimia pati mocaf dan tapioka. Peningkatan suhu

pemanasan cenderung dapat meningkatkan *swelling power*, kelarutan, dan viskositas pati mocaf dan tapioka, namun terjadi penurunan pada nilai kekeruhan pada pati mocaf dan tapioka. Perlakuan penurunan derajat keasaman (pH semakin basa) cenderung meningkatkan tingkat sineresis dan viskositas tapioka pH, namun tidak begitu berpengaruh terhadap karakteristik fisikokimia mocaf.



SUMMARY

Physicochemical Characteristics Of Mocaf (Modified Cassava Flour) and Tapioka Treated by pH And Temperature; Pradiska Gita Vindy Ganesha 111710101029; 2018; 54 pages; Agricultural Product Technology Departement Agricultural Technology Faculty Jember University

Tapioca is a natural starch made from cassava. Tapioca is commonly used as a thickener, filler and binder in food products. Tapioca have weaknesses such as long cooking process, not resistant to mechanical treatment, not resistant to acid treatment, and unstable viscosity.

Mocaf (Modified Cassava Flour) is a fermented cassava flour. The fermentation process that makes the physicochemical changes of Mocaf thus became Mocaf's excess. Today Mocaf is used as a substituent in noodle, bakery, cookies and semi-wet foods.

In the food industry, starches also have an important role. One of the contents is tapioca which is the natural starch of cassava. In its use, natural starch has several constraints, one of them is not resistant to acid treatment and high temperature treatment. The objective of this research is to know the physicochemical characteristics of Mocaf and tapioca due to pH and temperature treatment.

In this research conducted the observation of the changes that occur by the influence of acid at several levels of temperature changes given to the samples. These changes can be known from the value of swelling power, solubility, turbidity, viscosity, starch granules and its sineresis. Data processing obtained using descriptive method. The observed datas are displayed by the histogram.

The research results showed that the pH and heating temperature influenced physicochemical characteristics of Mocaf and tapioca starch. Increased heating temperatures tend to increase the swelling power, solubility, and viscosity of Mocaf and tapioca starch, but there is a decrease in turbidity value in Mocaf and tapioca starch. Treatment of acidity decrease (increasingly alkaline pH) tends

to increase the level of sineresis and tapioca's viscosity, but it did not significantly affect the physicochemical characteristics of Mocaf.



PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Karakteristik Fisikokimia Mocaf (Modified Cassava Flour) dan Tapioka Akibat Perlakuan pH dan Suhu*. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih pada:

1. Prof. Ir. Achmad Subagio. M.Agr. Ph.D selaku Dosen Pembimbing Utama, sekaligus Dosen Pembimbing Akademik, Nurud Diniyah S.TP. M.P selaku Dosen Pembimbing Anggota, Ir Giyarto. M.Sc dan Ahmad Nafi' S.TP., M.P selaku dosen penguji skripsi yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesaikannya penulisan skripsi ini;
2. Segenap dosen dan karyawan Fakultas Teknologi Pertanian;
3. Ayah, Mama, Suami, dan Putriku Husna terima kasih atas doa, dukungan dan semangat dari kalian, kalian segalanya bagiku;
4. Semua pihak yang mengenalku di manapun kalian terima kasih atas doa dan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini sangat penulis harapkan. Akhirnya penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan serta pengetahuan bagi pembaca.

Jember,... Desember 2013

Penulis

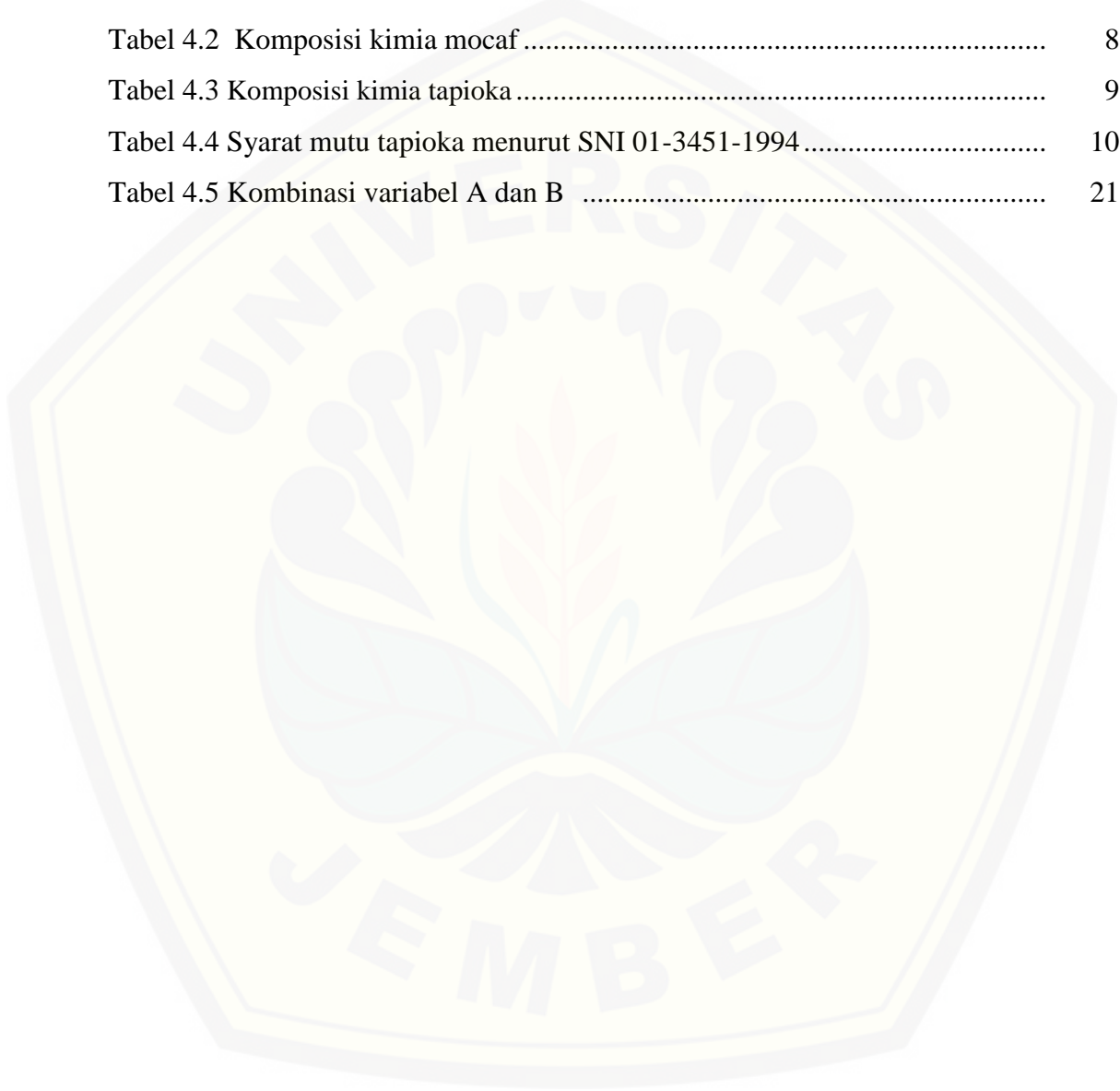
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA.....	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB. 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
BAB. 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Mocaf (<i>Modified Cassava Flour</i>).....	4
2.2. Produksi Mocaf	6
2.3. Karakteristik Fisikokimia Mocaf	7
2.4. Tapioka	9
2.5. Pati.....	11
2.6. Pengaruh Suhu Terhadap Pati	14
2.7. Pengaruh pH Terhadap Pati.....	16
2.8. Larutan Buffer Na Sitrat	17

BAB. 3 METODE PENELITIAN	20
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	20
3.2. Bahan dan Alat Penelitian	20
3.3. Pelaksanaan Penelitian.....	20
3.4. Parameter Pengamatan.....	22
3.5. Analisa Data	25
BAB. 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1. Karakteristik Fisikokimia Mocaf.....	26
4.2. Karakteristik Fisikokimia Tapioka.....	39
4.3. Perbandingan Karakteristik Fisikokimia Mocaf dan Tapioka	50
BAB. 5 PENUTUP	54
5.1. Kesimpulan.....	54
5.2. Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	62

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Syarat mutu mocaf menurut SNI No 7622 tahun 2011.....	5
Tabel 2.2 Sifat fisik mocaf	8
Tabel 4.2 Komposisi kimia mocaf	8
Tabel 4.3 Komposisi kimia tapioka	9
Tabel 4.4 Syarat mutu tapioka menurut SNI 01-3451-1994.....	10
Tabel 4.5 Kombinasi variabel A dan B	21



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Diagram alir pengolahan singkong menjadi chips kering	6
Gambar 2.2 Diagram alir proses pengolahan chips kering menjadi MOCAL di pabrik induk Trenggalek.....	7
Gambar 2.3 Struktur rantai amilosa	13
Gambar 2.4 Struktur molekul amilopektin	14
Gambar 2.5 Perubahan bentuk granula pati selama proses gelatinisasi.....	16
Gambar 2.6 Struktur molekul asam sitrat	18
Gambar 2.7 Struktur Na-sitrat.....	19
Gambar 3.1 Pembuatan larutan buffer Na Sitrat.....	21
Gambar 3.2 Analisis fisikokimia mocaf dan tapioka.....	22
Gambar 4.1 Diagram <i>swelling power</i> mocaf akibat perlakuan pH dan suhu.....	26
Gambar 4.2 Diagram kelarutan mocaf dengan perlakuan pH dan suhu	28
Gambar 4.3 Diagram kekeruhan mocaf dengan perlakuan pH dan suhu	29
Gambar 4.4 Diagram viskositas mocaf dengan perlakuan pH dan suhu.....	30
Gambar 4.5 Granula pati mocaf akibat pemanasan Suhu 60°C	32
Gambar 4.6 Granula pati mocaf akibat pemanasan suhu 70°C.....	33
Gambar 4.7 Granula pati mocaf akibat pemanasan suhu 80°C.....	34
Gambar 4.8 Granula pati mocaf akibat pemanasan suhu 90°C.....	35
Gambar 4.9 Granula pati mocaf pada pemanasan suhu 120°C	36
Gambar 4.10 Diagram sineresis mocaf dengan perlakuan pH dan suhu.....	38
Gambar 4.11 Diagram <i>swelling power</i> tapioka dengan perlakuan pH dan suhu .	39
Gambar 4.12 Diagram kelarutan tapioka dengan perlakuan pH dan suhu.....	40
Gambar 4.13 Diagram kekeruhan tapioka dengan perlakuan pH dan suhu.....	41
Gambar 4.14 Diagram viskositas tapioka dengan perlakuan pH dan suhu.....	42
Gambar 4.14 Granula tapioka akibat pemanasan suhu 60°C	44
Gambar 4.15 Granula tapioka akibat pemanasan suhu 70°C	45
Gambar 4.16 Granula tapioka akibat pemanasan suhu 80°C	46
Gambar 4.17 Granula tapioka akibat pemanasan suhu 90°C	47

Gambar 4.18 Granula tapioka akibat pemanasan suhu 120°C	48
Gambar 4.19 Diagram sineresis tapioka dengan perlakuan pH dan suhu.....	49



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. <i>Swelling Power</i> Mocaf	62
B. Kelarutan Mocaf	64
C. Kejernihan Mocaf	66
D. Sineresis Mocaf	67
E. Viskositas Mocaf	70
F. <i>Swelling Power</i> Tapioka	71
G. Kelarutan Tapioka	73
H.Kejernihan Tapioka	75
I. Sineresis Tapioka	76
J. Viskositas Tapioka	79

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pati adalah salah satu cadangan karbohidrat yang ditemukan dalam berbagai tanaman dan merupakan sumber karbohidrat terbesar kedua setelah selulosa. Pati yang disimpan dalam organ tanaman sebagai butiran merupakan sumber energi penting untuk nutrisi manusia. Ditinjau dari aspek fungsional, pati juga digunakan sebagai *ingredient* dalam pengolahan pangan untuk membangun karakter khusus seperti *thickening*, penstabil dispersi, dan pembentuk gel dan films. Tapioka (pati ubi kayu) merupakan industri utama dari ubi kayu. Proses ekstraksi yang relatif mudah, sifat patinya yang unik dengan warna dan flavor netral menyebabkan tapioka banyak dimanfaatkan sebagai ingredien maupun aditif di industri pangan. Tapioka direkomendasikan untuk memperbaiki ekspansi produk ekstrusi, pengental pada produk yang kondisi prosesnya tidak ekstrim, bahan pengisi dalam produk makanan olahan untuk bayi dan bahan pengikat pada produk-produk biskuit dan konfeksioneri (Tonukari, 2004).

Pati alami (belum dimodifikasi) mempunyai beberapa kekurangan pada karakteristiknya yaitu membutuhkan waktu yang lama dalam pemasakan (sehingga membutuhkan energi tinggi), pasta yang terbentuk keras dan tidak bening, selain itu sifatnya terlalu lengket dan tidak tahan dengan perlakuan asam. Dengan berbagai kekurangan tadi maka dikembangkan berbagai modifikasi terhadap tepung tapioka yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan pasar (industri) baik dalam skala nasional maupun internasional. Industri pengguna pati menginginkan pati yang mempunyai kekentalan yang stabil baik pada suhu tinggi maupun rendah, mempunyai ketahanan baik terhadap perlakuan mekanis, dan daya pengentalannya tahan pada kondisi asam dan suhu tinggi. Sifat-sifat penting lainnya yang diinginkan ada pada pati termodifikasi adalah kecerahannya lebih tinggi (pati lebih putih), kekentalan lebih tinggi, gel yang terbentuk lebih jernih, tekstur gel yang dibentuk lebih lembek, kekuatan regang rendah, granula pati

lebih mudah pecah, waktu dan suhu gelatinisasi yang lebih rendah, serta waktu dan suhu granula pati untuk pecah lebih rendah (Subagio, 2006).

Salah satu tepung hasil modifikasi pati adalah Mocaf. Mocaf (*Modified Cassava Flour*) merupakan produk tepung dari singkong (*Manihot esculenta crantz*) yang diproses menggunakan prinsip modifikasi sel singkong secara fermentasi, yaitu mikroba BAL (Bakteri Asam Laktat) mendominasi selama fermentasi tepung singkong ini. Mikroba yang tumbuh menghasilkan enzim pektinolitik dan selulolitik yang dapat menghancurkan dinding sel singkong sedemikian rupa sehingga terjadi liberasi granula pati. Mikroba tersebut juga menghasilkan enzim-enzim yang menghidrolisis pati menjadi gula dan selanjutnya mengubahnya menjadi asam organik terutama asam laktat. Hal ini akan menyebabkan perubahan karakteristik dari tepung yang dihasilkan berupa naiknya viskositas, kemampuan gelasi, daya rehidrasi, dan kemudahan melarut (Subagio dkk., 2008).

Dengan karakteristiknya yang khas, Mocaf dapat digunakan sebagai *food ingredient* dengan penggunaan yang sangat luas. Hasil uji coba menunjukkan bahwa Mocaf dapat digunakan sebagai bahan baku dari berbagai makanan mulai dari mie, bakery, cookies hingga makanan semi basah (Subagio, 2006). Aplikasi Mocaf akan dikembangkan tidak hanya sebagai bahan substitusi tetapi juga akan digunakan sebagai bahan pengental dan pengisi dalam produk pangan seperti saus. Proses pengolahan saus dilakukan dalam kondisi asam dikarenakan pada proses pembuatannya ditambahkan bahan pengasam untuk menurunkan pH saus menjadi 3,8 - 4,4 dan suhu yang cukup tinggi yaitu dengan suhu pemanasan pada suhu 80 - 100°C (Koswara, 2013). Perlakuan pH rendah dan suhu yang cukup tinggi akan mempengaruhi sifat fisikokimia pati.

Pada pengolahan suhu tinggi seperti pasteurisasi dan sterilisasi pati alami cenderung mengalami penurunan viskositas selama proses pengolahannya, sehingga produk yang dihasilkan cenderung encer. Hal serupa juga terjadi pada kondisi asam produk mengalami penurunan viskositas selama proses pengolahan dan penyimpanan (Putri, 2015). Hal tersebut menyebabkan pati alami seperti tapioka terbatas dalam penggunaannya. Oleh karena itu dibutuhkan suatu

penelitian untuk mengetahui pengaruh suhu dan pH terhadap sifat fisikokimia Mocaf dan tapioka.

1.2 Perumusan Masalah

Dalam pengaplikasiannya tapioka mempunyai beberapa kelemahan salah satunya yaitu tidak tahan terhadap perlakuan asam sehingga terbatas dalam penggunaannya. Dalam perkembangannya, Mocaf diharapkan tidak hanya dapat sebagai bahan pensubstitusi tetapi juga dapat digunakan sebagai bahan pengisi pada produk pangan, salah satunya yaitu produk saus dimana pada proses pengolahannya dilakukan pada kondisi asam dan suhu tinggi.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik fisikokimia pati Mocaf dan tapioka akibat perlakuan pH dan suhu.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah :

- a. memberi alternatif teknologi pengolahan Mocaf dan tapioka dengan perlakuan pH dan suhu pemnasan,
- b. dapat dijadikan pertimbangan dan referensi untuk aplikasinya sebagai bahan pengisi, pengental, penstabil makanan yang dalam pengolahan pangan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mocaf (*Modified Cassava Flour*)

Mocaf adalah singkatan dari *Modified Cassava Flour* yang berarti tepung ubi kayu yang dimodifikasi. Secara definitif, Mocaf adalah produk tepung dari ubi kayu (*Manihot esculenta Crantz*) yang diproses menggunakan prinsip memodifikasi sel ubi kayu secara fermentasi, di mana mikrobia BAL (Bakteri Asam Laktat) mendominasi selama fermentasi tepung ubi kayu. Mikroba yang tumbuh menghasilkan enzim pektinolitik dan sellulolitik yang dapat menghancurkan dinding sel ubi kayu sedemikian rupa sehingga terjadi liberasi granula pati. Mikroba tersebut juga menghasilkan enzim-enzim yang menghidrolisis pati menjadi gula dan selanjutnya mengubahnya menjadi asam-asam organik, terutama asam laktat. Hal ini akan menyebabkan perubahan karakteristik dari tepung yang dihasilkan berupa naiknya viskositas, kemampuan gelasi, daya rehidrasi, dan kemudahan melarut. Demikian pula cita rasa Mocaf menjadi netral dengan menutupi cita rasa ubi kayu sampai 70% (Subagio, 2008).

Mocaf adalah produk turunan dan tepung ubi kayu yang menggunakan prinsip memodifikasi sel ubi kayu secara fermentasi. Mikroba yang tumbuh akan menghasilkan enzim pektinolitik dan sellulolitik yang dapat menghancurkan dinding sel singkong, sedemikian rupa sehingga terjadi liberasi granula pati. Proses liberasi ini akan menyebabkan perubahan karakteristik dari tepung yang dihasilkan (Subagio, 2006).

Selanjutnya granula pati tersebut akan mengalami hidrolisis yang menghasilkan monosakarida sebagai bahan baku untuk menghasilkan asam-asam organik. Senyawa asam ini akan terimbibisi dalam bahan, dan ketika bahan tersebut diolah akan dapat menutupi aroma dan citarasa ubi kayu yang cenderung tidak menyenangkan konsumen. Menurut Subagio (2006), selama proses fermentasi terjadi pula penghilangan komponen penimbul warna, seperti pigmen (khususnya pada ketela kuning), dan protein yang dapat menyebabkan warna coklat ketika pemanasan. Dampaknya adalah warna Mocaf yang dihasilkan lebih

putih jika dibandingkan dengan warna tepung ubi kayu biasa. Syarat mutu MOCAF menurut SNI No 7622 tahun 2011 dapat dilihat pada Tabel 2.4 .

Tabel 2.1 Syarat mutu Mocaf menurut SNI No 7622 tahun 2011

No.	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Keadaan		
	1.1 Bentuk	-	serbuk halus
	1.2 Bau	-	ormal
	1.3 Warna	-	putih
2.	Benda asing	-	tidak ada
3.	Serangga dalam semua bentuk stadia dan potongan-potongannya yang tampak	-	tidak ada
4.	Kehalusan		
	4.1 Lolos ayakan 100 mesh (b/b)	%	min. 90
	4.2 Lolos ayakan 80 mesh (b/b)	%	100
5.	Kadar air (b/b)	%	maks. 13
6.	Abu (b/b)	%	maks. 1,5
7.	Serat kasar (b/b)	%	maks. 2,0
8.	Derajat putih (MgO = 100)	-	min. 87
9.	Belerang dioksida (SO ₂)	µg/g	negatif
10.	Derajat asam	mL NaOH 1N / 100 g	maks. 4,0
11.	HCN	mg/kg	maks. 10
12.	Cemaran logam		
	12.1 Kadnium (Cd)	mg/kg	maks. 0,2
	12.2 Timbal (Pb)	mg/kg	maks. 0,3
	12.3 Timah (Sn)	mg/kg	maks. 40,0
	12.4 Merkuri (Hg)	mg/kg	maks. 0,05
13.	Cemaran arsen (As)	mg/kg	maks. 0,5
14.	Cemaran mikroba		
	14.1 Angka lempeng total (35 ⁰ C, 48 jam)	koloni/g	maks. 1 x 10 ⁶
	14.2 <i>Escherichia coli</i>	APM/g	maks. 10
	14.3 <i>Bacillus cereus</i>	koloni/g	< 1 x 10 ⁴
	14.4 Kapang	koloni/g	maks. 1 x 10 ⁴

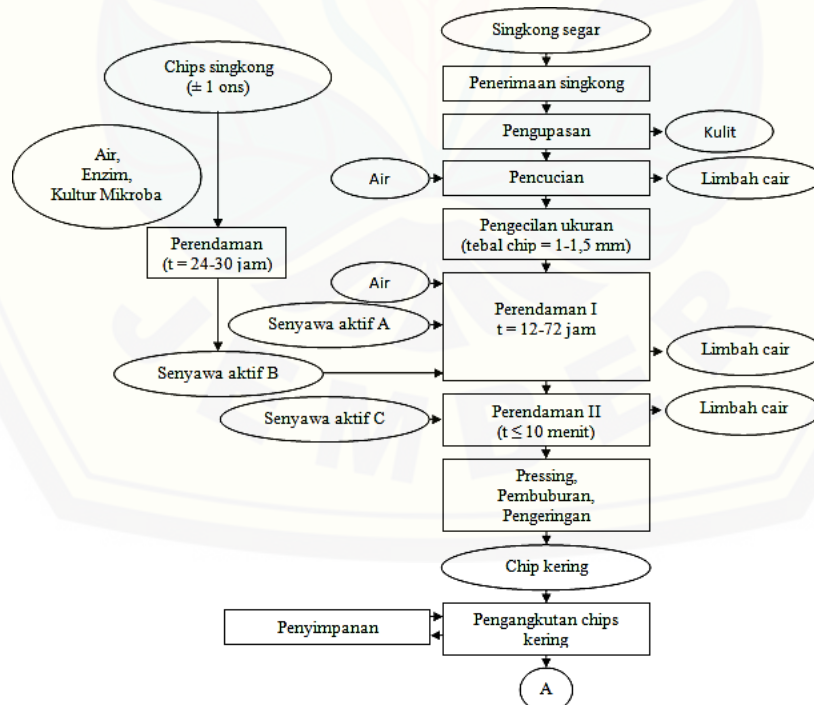
Sumber : BSN ; 2011

Secara teknis, produksi Mocaf sangat sederhana, mirip dengan tepung ubi kayu biasa tapi disertai dengan fermentasi. Ubi kayu dibuang kulitnya, dikerok lendirnya dan dicuci sampai bersih. Selanjutnya ukurannya dikecilkan dengan ukuran tertentu, dan dilakukan fermentasi selama 12-72 jam tergantung dari bahan baku dan produk apa. Ubi kayu terfermentasi selanjutnya dikeringkan baik dengan

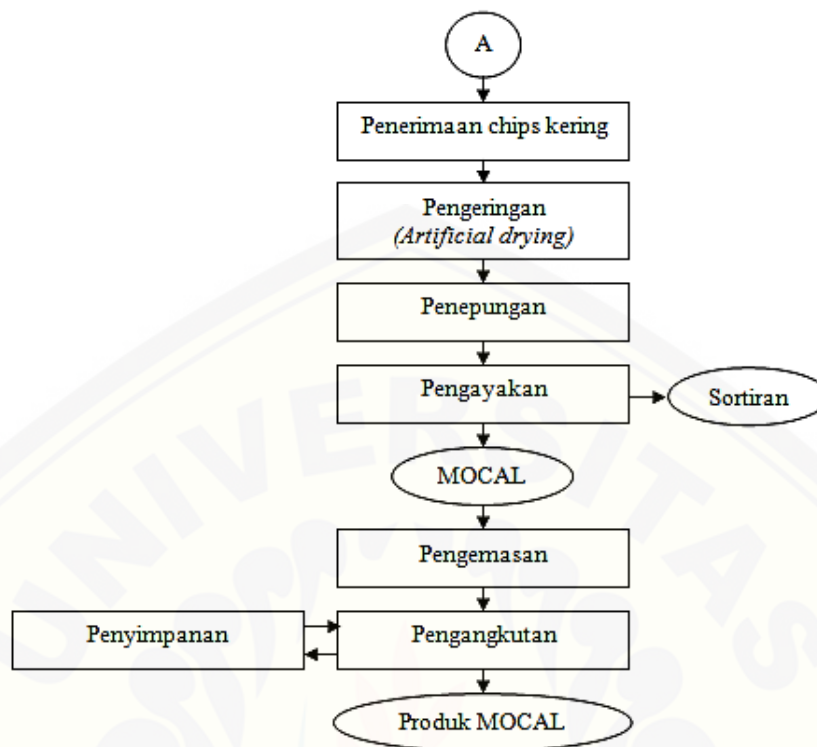
sinar matahari maupun pengering artificial. Namun mutu prima akan dihasilkan dengan pengeringan matahari. Bahan yang telah kering kemudian digiling dan diayak pada ukuran 80-120 mesh (Subagio, 2006).

2.2 Produksi Mocaf

Langkah awal yang dilakukan pada pembuatan Mocaf yaitu ubi kayu dikupas kulitnya, dikerok lendirnya dan dilakukan pencucian sampai bersih. Setelah itu ubi kayu dipotong menjadi ukuran yang lebih kecil dan seragam dan kemudian dilakukan proses fermentasi selama kurang lebih 12-72 jam bergantung pada jenis ubi kayu yang digunakan. Ubi kayu yang telah melalui proses fermentasi kemudian dilakukan proses pengeringan yang dapat dilakukan dengan pengeringan menggunakan sinar matahari ataupun pengeringan artificial. Namun mutu yang baik akan dihasilkan dengan menggunakan pengeringan sinar matahari. Bahan yang telah kering kemudian digiling dan diayak dengan ayakan 80-120 mesh (Subagio, 2006). Selengkapnya dapat dilihat pada gambar 2.1 dan 2.2.



Gambar 2.1 Diagram alir pengolahan singkong menjadi chips kering (Subagio, 2006)



Gambar 2.2 Diagram alir proses pengolahan chips kering menjadi MOCAL di pabrik induk Trenggalek (Subagio, 2006)

2.3 Karakteristik Fisikokimia Mocaf

Mocaf adalah tepung *cassava* atau tepung singkong yang telah dimodifikasi dengan perlakuan fermentasi. Banyak teknik untuk memodifikasi bahan berkadar pati tinggi salah antara lain dengan menggunakan bakteri asam laktat. Dengan perlakuan fermentasi tersebut dihasilkan tepung singkong yang memiliki tekstur lembut, putih dan tidak berbau khas singkong. Selain itu Mocaf juga memiliki daya gelasi, viskositas yang lebih baik dari pada tepung singkong biasa. Sehingga memiliki karakteristik yang mirip dengan terigu. Namun, memiliki perbedaan yang mendasar yaitu Mocaf tidak memiliki zat gluten seperti yang ada pada terigu, gluten merupakan zat yang terkandung dalam protein, terigu kaya akan protein sedangkan Mocaf memiliki kandungan protein yang sangat sedikit (Afandi, 2010). Sifat fisik Mocaf dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Sifat Fisik Mocaf

Parameter	Mocaf
Besar butiran (mesh)	Max. 80
Derajat keputihan (%)	88 – 91
Kekentalan (mPas)	52 - 55 (2% pasta panas) 75 - 77 (2% pasta dingin)

Sumber: Subagio, dkk., 2008

Mocaf memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi, tetapi rendah protein hal ini menyebabkan Mocaf memiliki kemampuan gelasi, rehidrasi dan viskositas yang lebih rendah dibandingkan terigu, tetapi masih lebih baik dibandingkan dengan tepung singkong biasa atau tepung gaplek (Yunus, 2009). Tabel 2.3 menunjukkan komposisi kimia Mocaf

Tabel 2.3 Komposisi Kimia Mocaf

Parameter	Mocaf	Tepung Singkong
Kadar air (%)	Max. 13	Max. 13
Kadar protein (%)	Max. 1,0	Max. 1,0
Kadar abu (%)	Max. 0,2	Max. 0,2
Kadar pati (%)	85 - 87	82 - 85
Kadar serat (%)	1,9 - 3,4	1,0 - 4,2
Kadar lemak (%)	0,4 - 0,8	0,4 - 0,8
Kadar HCN (mg/kg)	tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi

Sumber: Subagio, dkk., 2008

Kualitas terigu juga dipengaruhi oleh jumlah kadar air (moisture) pada terigu. Kadar air berpengaruh besar sekali terhadap kualitas tepung. Bila kadar air pada terigu tinggi maka tepung akan mudah rusak disebabkan oleh pertumbuhan jamur, dan bau apek. Bila kadar air tinggi maka kualitas rendah dan harga jual juga rendah. Kualitas terigu juga dipengaruhi oleh kadar abu yang ada pada terigu, dimana kadar abu ini sangat mempengaruhi warna produk akhir. Kadar abu (ash content) yang tinggi menunjukkan terigu memiliki kualitas yang rendah. Beberapa jenis produk sangat memperhatikan jumlah kandungan abu. Pada Mocaf dengan pengeringan yang optimal kadar air bisa mencapai 6.9% sedangkan pada terigu kandungan air mencapai rata-rata 12.0%.

Kadar air pada Mocaf yang lebih rendah menyebabkan lebih tahan terhadap pertumbuhan mikroba yang dapat menyebabkan kerusakan produk. Kadar air mempengaruhi daya simpan produk. Ini adalah salah satu kelebihan

Mocaf dibandingkan dengan terigu. Selain itu, Mocaf juga memiliki keunggulan yaitu kadar abu (*ash content*) yang lebih rendah yaitu berkisar 0.4% sedangkan terigu berkisar 1.3%. Mocaf memiliki kandungan pati (starch content) yang lebih tinggi dibandingkan dengan terigu 60-68% sedangkan kandungan serat pada Mocaf lebih tinggi dibandingkan terigu, sehingga terigu lebih lembut dibandingkan dengan Mocaf (Fatimah, 2011).

2.4 Tapioka

Tapioka merupakan pati yang diekstrak dari singkong. Dalam memperoleh pati dari singkong (tepung tapioka) harus dipertimbangkan usia atau kematangan dari tanaman singkong. Masa optimum yang telah ditemukan dari hasil percobaan terhadap salah satu varietas singkong yang berasal dari Jawa yaitu San Pedro Preto adalah sekitar 18-20 bulan (Grace, 1977). Ketika umbi singkong dibiarkan di tanah, jumlah pati akan meningkat sampai pada titik tertentu, lalu umbi akan menjadi keras dan menyerupai kayu, sehingga umbi akan sulit untuk ditangani ataupun diolah. Komposisi kimia tapioka dapat dilihat pada Tabel 2.4

Tabel 2.4 Komposisi kimia tapioka

Komposisi	Jumlah
Serat (%)	0,5
Air (%)	15
Karbohidrat(%)	85
Protein (%)	0,5-0,7
Lemak (%)	0,2
Energi (kalori/100gram)	307

Sumber: Grace,1977

Dalam Standar Nasional Indonesia (SNI), nilai pH tapioka tidak dipersyaratkan. Namun demikian, beberapa institusi mensyaratkan nilai pH untuk mengetahui mutu tapioka berkaitan dengan proses pengolahan. Salah satu proses pengolahan tapioka yang berkaitan dengan pH adalah pada proses pembentukan pasta. Menurut Winarno (2002), pembentukan gel optimum terjadi pada pH 4-7. Bila pH terlalu tinggi, pembentukan pasta makin cepat tercapai tetapi cepat turun

lagi. Sebaliknya, bila pH terlalu rendah, pembentukan pasta menjadi lambat dan viskositasnya akan turun bila proses pemanasan dilanjutkan. *The Tapioca Institute of America (TIA)* menetapkan standar pH tepung tapioka sekitar 4.5-6.5 (Radley, 1976). Syarat mutu tapioka sesuai SNI dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Syarat mutu tepung tapioka menurut SNI 01-3451-1994

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan		
			Mutu I	Mutu II	Mutu III
1	Kadar air	%	Maks 15,0	Maks 15,0	Maks 15,0
2	Kadar Abu	%	Maks 0,60	Maks 0,60	Maks 0,60
3	Serat dan Benda Asing	%	Maks 0,60	Maks 0,60	Maks 0,60
4	Derajat Asam	Volume NaOH 1N/g	Maks 3	Maks 3	Maks 3
5	Derajat putih (BaSO ₄ =100%)		Min 94,5	Min 92	<92
6	Cemaran logam				
	- Timbal	mg/kg	Maks. 1.0	Maks. 1.0	Maks. 1.0
	- Tembaga	mg/kg	Maks 10.0	Maks.10.0	Maks.10.0
	- Seng	mg/kg	Maks. 40.0	Maks.40.0	Maks.40.0
	- Raksa	mg/kg	Maks. 0.05	Maks.0.05	Maks.0.05
	- Arsen	mg/kg	Maks. 0,5	Maks. 0,5	Maks. 0,5
7	Cemaran mikroba				
	- Angka lempeng total	Koloni/g	Maks. 1.0 x 10 ⁶	Maks. 1.0 x 10 ⁶	Maks. 1.0 x 10 ⁶
	- <i>E. coli</i>	Koloni/g	Maks. 1.0 x 10 ⁴	Maks. 1.0 x 10 ⁴	Maks. 1.0 x 10 ⁴
	- Kapang	Koloni/g	-	-	-

Sumber : BSN, 1994

Kehalusan juga penting untuk menentukan mutu tapioka. tapioka yang baik adalah tepung yang tidak menggumpal dan memiliki kehalusan yang baik. Dalam SNI tidak dipersyaratkan mengenai kehalusan tapioka. Salah satu institusi yang mensyaratkan kehalusan sebagai syarat mutu tapioka adalah *The Tapioca Institute of America (TIA)*, yang membagi tapioka menjadi tiga kelas (grade) berdasarkan kehalusannya.

Tapioka dibuat dengan mengekstrak bagian umbi singkong. Proses ekstraksi umbi kayu relatif mudah, karena kandungan protein dan lemaknya yang rendah. Jika proses pembuatannya dilakukan dengan baik, pati yang dihasilkan

akan berwarna putih bersih (Moorthy, 2004). Berdasarkan derajat keputihan, maka semakin putih tepung tapioka mutunya juga semakin baik. Hal ini terdapat di dalam SNI 01-3451-1994 yang membagi tapioka menjadi tiga kelas berdasarkan derajat keputihan, seperti tercantum pada Tabel 2.4 di atas.

Pada pembuatan produk pangan juga demikian, tapioka yang lebih putih biasanya lebih diharapkan sebagai bahan baku. Contohnya pada produk kacang salut, penyalut pada produk diharapkan dapat menghasilkan warna putih yang baik (tidak kusam), sehingga produk lebih dapat diterima oleh konsumen dari segi organoleptik. Dalam hal teknologi, ada perbedaan proses pembuatan tapioka antara industri besar dan industri rumah tangga. Pada industri besar, proses pembuatan tapioka biasanya dilakukan dengan menggunakan alat-alat atau mesin-mesin yang canggih, sedangkan pada industri rumah tangga pembuatan tepung biasanya dilakukan secara tradisional dengan menggunakan alat-alat yang sederhana.

2.5 Pati

Pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan α -glikosidik. Sifat pati bergantung pada panjang rantai karbon serta lurus tidaknya rantai molekulnya. Pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas, fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak terlarut disebut amilopektin (Winarno, 2004). Menurut Greenwood, dkk (1979), pada bentuk aslinya secara alami pati merupakan butiran-butiran kecil yang sering disebut dengan granula. Bentuk dan ukuran granula merupakan karakteristik setia jenis pati. Pati paling sedikit tersusun oleh tiga komponen utama, yaitu: amilosa, amilopektin dan material antara seperti protein dan lemak. Pada umumnya pati mengandung 15-30% amilosa, 70-85% amilopektin, dan 5-10% material antara. Struktur dan jenis material antara setiap sumber pati berbeda bergantung pada sifat-sifat botani sumber pati tersebut.

Beberapa sifat pati yang lain yaitu rasanya tidak manis, tidak larut dalam air dingin tetapi larut dalam air panas, dapat membentuk sol atau gel yang bersifat kental. Menurut Gaman dan Sherrington (1992), pemeriksaan mikroskopik menunjukkan bahwa pati pada tanaman terdapat sebagai granula granula kecil.

Lapisan luar pada setiap ganula terdiri dari molekul-molekul pati yang tersusun amat rapat sehingga tidak tertembus air dingin. Hal itulah yang menyebabkan pati tidak larut dalam air dingin. Sifat kekentalannya tersebut dapat digunakan untuk mengatur tekstur makanan, dan sifat gelnya dapat diubah oleh gula atau asam (Winarno, 2004). Pati merupakan bagian karbohidrat yang paling banyak ditemukan. Penambahan pati dalam makanan bertujuan untuk menjadi sumber karbohidrat, penguat, pengisi dan pengental makanan.

Pati dari ubi kayu digunakan sebagai bahan pengisi, pengental, pembuatan gel pembentuk film dan sebagai agen penstabil makanan. Namun pati alami yang berasal dari ubi kayu memiliki keterbatasan fungsi karena sifat pati yang tidak tahan terhadap panas, kondisi asam dan tidak tahan terhadap pengadukan, sehingga fungsinya sebagai bahan pengental atau pengisi tidak maksimal. Pada pati alami, amilopektin dan amilosa yang terdapat pada granula pati dihubungkan oleh ikatan hidrogen yang sangat rentan mengalami pemutusan selama proses gelatinisasi. Hal inilah yang menyebabkan pati tidak tahan terhadap pemanasan, pH rendah dan pengadukan (Amin, 2013).

Dalam bentuk alaminya, satu jenis pati tidak dapat diaplikasikan untuk semua tipe pengolahan. Penyebab keterbatasan aplikasi pati di industri adalah hilangnya viskositas pada pH rendah, suhu tinggi atau perlakuan mekanis, tekstur yang panjang dan terjadinya retrogradasi yang menyebabkan sineresis (Syamsir, dkk., 2012). Menurut Widyastuti (2012), sineresis merupakan proses pemisahan air dari struktur gelnya yang diakibatkan oleh penyimpanan dingin. Sineresis akan menjadi masalah apabila pati alami digunakan pada produk pangan yang harus disimpan pada suhu rendah (pendinginan atau pembekuan).

a. Granula Pati

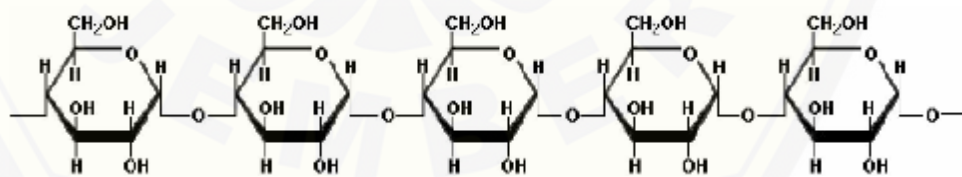
Pati dalam jaringan tanaman mempunyai bentuk granula (butiran) yang berbeda-beda. Penampakan mikroskopik dari granula pati seperti bentuk, ukuran, keseragaman, letak hilum bersifat khas untuk setiap jenis pati (Koswara, 2013). Bentuk granula pati secara fisik berupa semikristalin yang terdiri dari unit kristal dan unit amorf (Banks dan Greenwood, 1975). Unit kristal lebih tahan terhadap

perlakuan asam kuat dan enzim. Bagian amorf dapat menyerap air dingin hingga 30% tanpa merusak struktur pati secara keseluruhan (Hodge dan Osman, 1976).

Hingga saat ini diduga bahwa amilopektin merupakan komponen yang bertanggungjawab terhadap sifat-sifat kristal dari granula pati. Menurut Hustiany (2006), pada struktur granula pati, amilosa dan amilopektin tersusun dalam suatu cincin-cincin. Jumlah cincin dalam suatu granula kurang lebih berjumlah 16, ada yang merupakan cincin lapisan amorf dan cincin yang merupakan lapisan semikristal. Amilosa merupakan fraksi gerak yang artinya dalam granula pati letaknya tidak pada satu tempat, bergantung dari jenis pati. Secara umum amilosa terletak di antara molekul-molekul amilopektin dan secara acak berada berselang-seling di antara daerah amorf dan kristal (Oates, 1997).

b. Amilosa

Menurut An (2005), amilosa merupakan bagian polimer dengan ikatan α -(1,4) dari unit glukosa dan pada setiap rantai terdapat 500-2000 unit D-glukosa, membentuk rantai lurus yang umumnya dikatakan sebagai linier dari pati. Karakteristik dari amilosa dalam suatu larutan adalah memiliki kecenderungan membentuk koil yang sangat panjang dan fleksibel yang selalu bergerak melingkar. Struktur tersebut yang mendasari terjadinya interaksi iodamilosa membentuk warna biru. Dalam masakan, amilosa memberikan efek keras bagi pati. Struktur rantai amilosa cenderung membentuk rantai yang linier (Gambar 2.3).

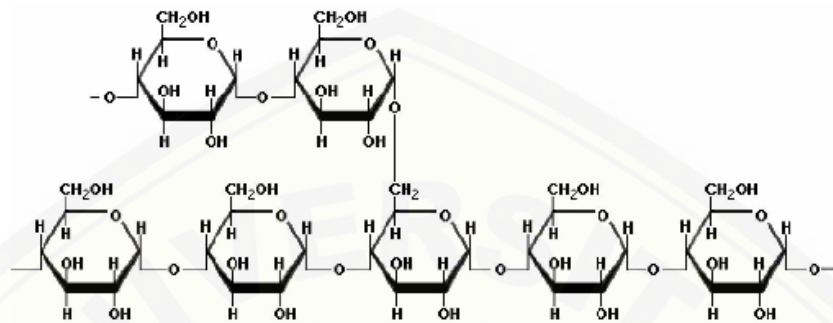


Gambar 2.3 Struktur rantai amilosa (Zulaidah, 2011)

c. Amilopektin

Amilopektin adalah polimer berantai cabang dengan ikatan α -(1,4)-glikosidik dan ikatan α -(1,6)-glikosidik di tempat percabangannya. Pada setiap cabang terdiri dari 25-30 unit D-glukosa (An, 2005). Struktur rantai amilopektin cenderung membentuk cabang (Gambar 2.4) yang berjumlah 4-5% dari seluruh ikatan yang ada pada amilopektin (Eliasson, 2004). Menurut Koswara (2013),

biasanya amilopektin mengandung 1000 atau lebih unit molekul glukosa untuk setiap rantai. Berat molekul amilopektin glukosa untuk setiap rantai bervariasi bergantung pada sumbernya. Amilopektin pada pati umbi-umbian mengandung sejumlah kecil ester fosfat yang terikat pada atom karbon ke-6 dari cincin glukosa.



Gambar 2.4 Struktur molekul amilopektin (Zulaidah, 2011)

Menurut An (2005), dalam produk makanan, amilopektin bersifat merangsang terjadinya proses mekar (*puffing*) dimana produk makanan yang berasal dari pati dengan kandungan amilopektin tinggi akan bersifat ringan, porus garing dan renyah, sedangkan pati dengan kandungan amilosa tinggi cenderung menghasilkan produk yang keras, pejal, karena proses mekarnya terjadi secara terbatas.

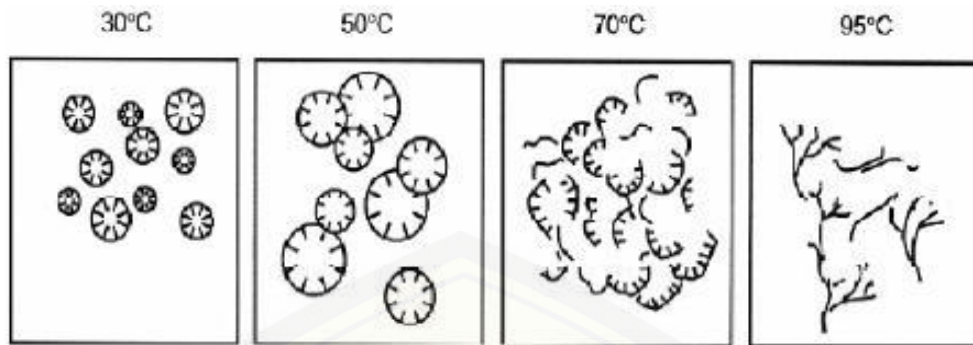
2.5 Pengaruh Suhu Terhadap Pati

Gelatinisasi merupakan proses pembengkakan granula pati ketika dipanaskan dalam media air. Granula pati tidak larut dalam air dingin, tetapi granula pati dapat mengembang dalam air panas. Naiknya suhu pemanasan akan meningkatkan pembengkakan granula pati. Pembengkakan granula pati menyebabkan terjadinya penekanan antara granula pati dengan lainnya. Mula-mula pembengkakan granula pati bersifat reversible (dapat kembali ke bentuk awal), tetapi ketika suhu tertentu sudah terlewati, pembengkakan granula pati menjadi *irreversible* (tidak dapat kembali). Kondisi pembengkakan granula pati yang bersifat *irreversible* ini disebut dengan gelatinisasi, sedangkan suhu terjadinya peristiwa ini disebut dengan suhu gelatinisasi. Suhu gelatinisasi tepung tapioka berada pada kisaran 52-64°C (Pomeranz, 1991).

Suhu gelatinisasi dipengaruhi oleh ukuran granula pati. Semakin besar ukuran granula memungkinkan pati lebih mudah dan lebih banyak menyerap air sehingga mudah membengkak menyebabkan pati lebih mudah mengalami gelatinisasi (suhu gelatinisasi relatif rendah) (Purnamasari dkk., 2010). Selain itu, suhu gelatinisasi tergantung juga pada konsentrasi pati. Makin kental larutan, suhu tersebut makin lambat tercapai, sampai suhu tertentu kekentalan tidak bertambah, bahkan kadang-kadang turun. Konsentrasi terbaik untuk membuat larutan gel pati jagung adalah 20%. Makin tinggi konsentrasi, gel yang terbentuk makin kurang kental dan setelah beberapa waktu viskositas akan turun.

Suhu gelatinisasi berbeda-beda bagi tiap jenis pati dan merupakan suatu kisaran. Dengan viskometer suhu gelatinisasi dapat ditentukan, misalnya pada jagung 62-70°C, beras 68-78°C, gandum 54,5-64°C, kentang 58-66°C, dan tapioka 52-64°C. Selain konsentrasi, pembentukan gel dipengaruhi oleh pH larutan. Pembentukan gel optimum pada pH 4-7. Bila pH terlalu tinggi, pembentukan gel makin cepat tercapai tapi cepat turun lagi, sedangkan bila pH terlalu rendah terbentuknya gel lambat dan bila pemanasan diteruskan, viskositas akan turun lagi. Pada pH 4-7 kecepatan pembentukan gel lebih lambat dari pada pH 10, tapi bila pemanasan diteruskan, viskositas tidak berubah (Winarno, 2002).

Proses gelatinisasi melibatkan peristiwa-peristiwa sebagai berikut: (1) hidrasi dan *Swelling* (pengembangan) granula; (2) hilangnya sifat birefringent; (3) peningkatan kejernihan; (4) peningkatan konsistensi dan pencapaian viskositas puncak; (5) pemutusan molekul-molekul linier dan penyebarannya dari granula yang telah pecah (Pomeranz, 1991). Grafik perubahan pada granula pati dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Perubahan bentuk granula pati selama proses gelatinisasi (BeMiller, 2007)

2.7 Pengaruh pH Terhadap Pati

Hidrolisis pati dengan asam (pH rendah) optimum terjadi pada suhu 120-160°C. Asam akan memecah molekul pati secara acak dan gula yang dihasilkan sebagian besar adalah gula pereduksi. Pada tahap pertama hidrolisis dilakukan dengan katalis asam sampai mencapai nilai derajat konversi sekitar 40-50% (Judoamidjojo, 1990).

Penggunaan asam dalam hidrolisis memiliki kelebihan yaitu lebih mudah dalam proses karena tidak dipengaruhi oleh berbagai faktor, hidrolisis terjadi secara acak dan waktu yang lebih cepat. Sebagai contoh untuk menghidrolisis pati pada ubi kayu untuk pembuatan sirup glukosa dengan menggunakan katalis CH_3COOH (Judoamidjojo, 1990).

Herawati (2004) menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam yang digunakan dalam proses hidrolisis ampas tebu menyebabkan semakin besar rendemen glukosa yang dihasilkan, selain itu asam dapat mempercepat laju reaksi hidrolisis, hal ini disebabkan karena kemampuannya mengadakan interaksi minimal dengan satu molekul reaktan untuk menghasilkan senyawa-senyawa yang lebih aktif. Menurut Judaningsih dalam Yuliansyah (2003), adanya penambahan H^+ dari larutan asam kuat yang digunakan akan menyebabkan kekuatan untuk menghidrolisis semakin meningkat, sehingga prosesnya dengan cepat. Dalam penelitian, telah dilakukan penelitian untuk mendapatkan glukosa dari biji durian dengan memvariasikan katalis HCl dan lama waktu pemanasan. Dan dalam hasil

diperoleh semakin besar konsentrasi HCl dan lama waktu pemanasan rendemen kadar glukosanya semakin besar pula.

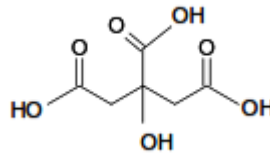
Pati dapat dikonversi dengan cara menghidrolisis suspensi pati secara terkendali dengan menggunakan asam dan pemanasan. Beberapa bagian dari ikatan glikosidik pati akan mengalami pemutusan dengan perlakuan asam sehingga dapat dihasilkan molekul pati yang lebih pendek. Hal ini mengakibatkan sifat kemampuan gelatinisasi pati menurun, dimana akan dihasilkan pati dengan viskositas yang lebih rendah pada saat pemasakan. Dengan demikian, konsentrasi pati yang dapat digunakan dalam proses pengolahan dapat lebih besar. Pati akan lebih larut dengan viskositas yang lebih rendah tetapi dapat menghasilkan struktur gel yang lebih kuat (Kusnandar, 2006).

2.8 Larutan Buffer Na Sitrat

Larutan penyangga adalah larutan yang bersifat mempertahankan pH-nya, jika ditambahkan sedikit asam atau sedikit basa atau diencerkan. Larutan penyangga merupakan campuran asam lemah dengan basa konjugasinya atau campuran basa lemah dengan asam konjugasinya. Suatu larutan apabila ditambah asam maka pH-nya akan turun karena konsentrasi H^+ meningkat, sedangkan apabila ditambah basa maka pH-nya akan naik karena konsentrasi OH^- meningkat. Seterusnya akan terjadi seperti itu, suatu larutan asam atau basa apabila ditambah air pH-nya akan berubah karena konsentrasi asam atau basanya akan menurun. Larutan yang ditambah sedikit asam, basa atau air tidak akan merubah pH-nya secara berarti yang biasa disebut larutan penyangga (buffer) (Syukri, 1999)

a. Asam Sitrat

Asam sitrat (asam 2-hidroksipropana-1,2,3-trikarboksilat) dengan struktur molekul yang ditunjukkan pada Gambar 2.6, yang sering disingkat CA (*citric acid*) merupakan asam polikarboksilat alami yang banyak terdapat dalam buah-buahan seperti jeruk dan lemon. Asam sitrat pertama kali diisolasi dan mengkristal dari jus lemon pada tahun 1784 oleh kimiawan Swedia yaitu Karl Wilhelm Scheele.



b.

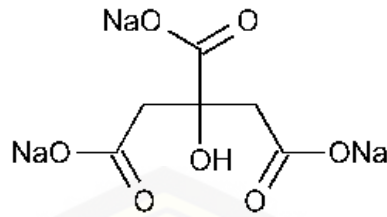
Gambar 2.6 Struktur molekul asam sitrat (Olsson, 2013)

Awalnya asam sitrat diproduksi dari lemon, tetapi pada tahun 1893 seorang ahli botani Jerman, Whemer, menemukan bahwa asam sitrat adalah metabolit dalam fermentasi oleh kapang tertentu dan pada tahun 1917, kimiawan Amerika, Currie menemukan bahwa *Aspergillus Niger* adalah mikroorganisme yang sangat berguna dalam produksi asam sitrat. Produksi komersial asam sitrat fermentasi dimulai pada tahun 1919 oleh Societe des Produits Organique di Belgia dan fermentasi oleh *Aspergillus Niger* masih menjadi jalan utama untuk memproduksi asam sitrat. Asam sitrat pada umumnya diakui aman oleh GRAS, *American Food and Drug Administration*, FDA, dan digunakan secara luas dalam industri makanan (Grewal dan Kalra, 1995). Produksi asam sitrat dunia pada tahun 2004 sebesar 1,4 juta ton dan harganya yang relatif murah yaitu berkisar antara 0,7 – 2 \$ / kg (Soccol, dkk., 2006).

Menurut Dwiyanana (2011), asam sitrat berwarna putih, tidak berbau, berupa padatan (bubuk kristal) pada suhu kamar. Fungsinya sebagai pengasam, sinergis untuk antioksidan, pengawet dan agensia citarasa buatan (*flavouring agents*) makanan dan minuman terutama untuk minuman ringan. Asam sitrat sangat mudah larut air, larut sempurna dalam etanol, larut perlahan dalam pelarut eter. Asam sitrat sebaiknya disimpan pada tempat yang kering atau dingin dan tertutup rapat karena sifatnya yang higroskopis (bentuk monohidrat) yang mengandung satu molekul air pada setiap molekul asam sitrat.

Keasaman asam sitrat dihasilkan dari tiga gugus karboksil COOH yang dapat melepas proton dalam larutan. Apabila hal tersebut terjadi, maka ion yang dihasilkan adalah ion sitrat. Sitrat sangat baik digunakan dalam larutan penyangga untuk mengendalikan pH larutan. Ion sitrat dapat bereaksi dengan banyak ion logam membentuk garam sitrat (Dwiyanana, 2011).

c. Na-sitrat



Gambar 2.7 Struktur Na-sitrat (Olsson, 2013)

Na-sitrat (trinatrium 2-hidroksipropanan-1,2,3-trikarboksilat) mempunyai berat molekul 258,1 dengan rumus molekul $C_6H_5Na_3O_7$ (Gambar 2.7). Natrium sitrat berupa serbuk kristal putih, tidak berbau, atau tidak berwarna. Natrium sitrat larut dalam 1:1,5 air, 1:0,6 air panas, dan sukar larut dalam etanol 95% (Rowe, dkk., 2006). Natrium sitrat ini merupakan suatu agen sambung silang anion dengan mekanisme interaksi elektrostatik antara kitosan dengan natrium sitrat (Shu, dkk., 2001).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia dan Biokimia Pangan dan Hasil Pertanian, Laboratorium Rekayasa Proses Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, dan Laboratorium CDAST Universitas Jember dari bulan April 2015 sampai Januari 2016.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan- bahan yang digunakan adalah Mocaf (*Modified Cassava Flour*) yang diperoleh dari Mr.Te Jember, tapioka merk 99, Na sitrat, asam sitrat, tisu, dan aquades. Alat yang digunakan adalah timbangan analitik merk Precisa, alat gelas merk pyrex, batang pengaduk, pH meter, mikroskop polarisasi, thermometer, *waterbath*, RVA (*Rapid Visco Analyzer*) merk Techmaster, pH meter merk Horiba, *magnetic stirrer*, sentrifuge, tabung sentrifuge, oven, spektrofotometer, kuvet, dan aluminumfoil.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode deskriptif dengan mengamati sifat fisikokimia dua jenis sampel yang dibagi menjadi dua tahap yakni tahap pertama mengamati karakteristik fisikokimia Mocaf yang dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor A (suhu; 60°C, 70°C, 80°C, 90°C dan 120°C), faktor B (pH; 3; 4; 5; 6; dan 7), dan tahap kedua mengamati karakteristik fisikokimia tapioka yang dipengaruhi oleh pH dan suhu pemanasan yang sama. Masing - masing sampel dilakukan tiga kali ulangan yang akan menghasilkan 150 kali satuan percobaan. Kombinasi antara variabel A (suhu), dan B (pH) dan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Kombinasi variabel A dan B

MOCAF	B1	B2	B3	B4	B5
A1	MA1B1	MA1B2	MA1B3	MA1B4	MA1B5
A2	MA2B1	MA2B2	MA2B3	MA2B4	MA2B5
A3	MA3B1	MA3B2	MA3B3	MA3B4	MA3B5
A4	MA4B1	MA4B2	MA4B3	MA4B4	MA4B5
A5	MA4B1	MA4B2	MA4B3	MA5B4	MA5B5
TAPIOKA	B1	B2	B3	B4	B5
A1	TA1B1	TA1B2	TA1B3	TA1B4	TA1B5
A2	TA2B1	TA2B2	TA2B3	TA2B4	TA2B5
A3	TA3B1	TA3B2	TA3B3	TA3B4	TA3B5
A4	TA4B1	TA4B2	TA4B3	TA4B4	TA4B5
A5	TA4B1	TA4B2	TA4B3	TA5B4	TA5B5

Keterangan

A1 : 60 °C

A2 : 70 °C

A3 : 80 °C

A4 : 90 °C

A5 : 120°C

B3 : pH 3

B4 : pH 4

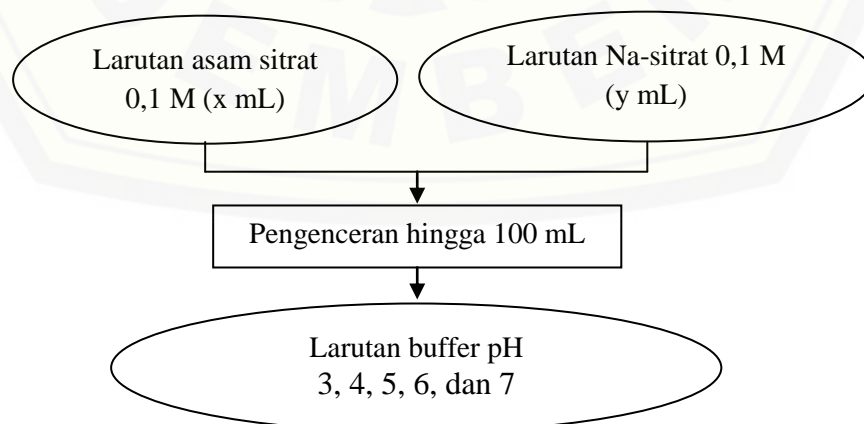
B5 : pH 5

B6 : pH 6

B 7: pH 7

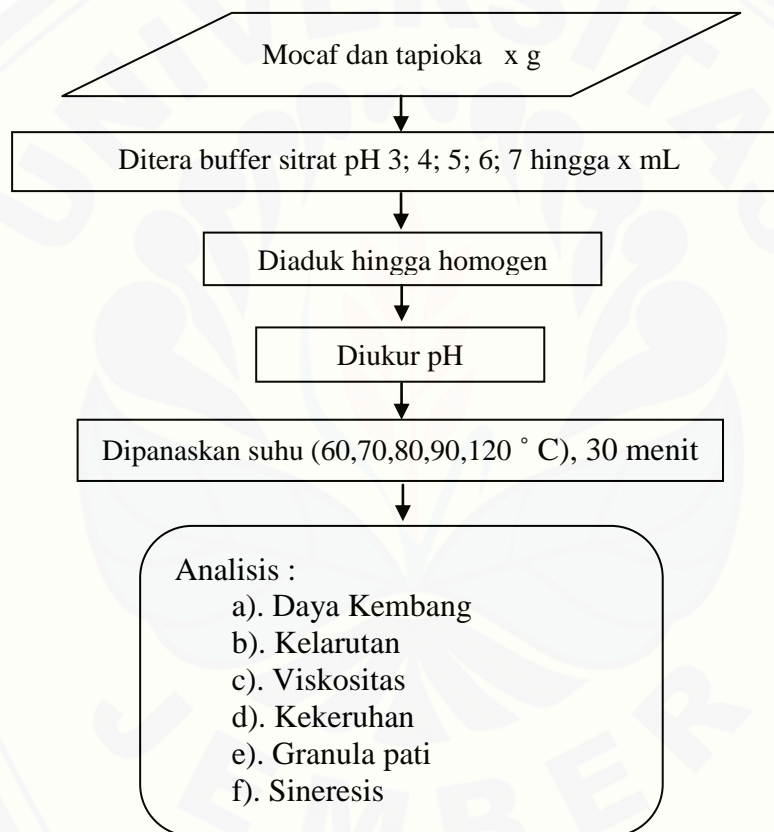
3.3.2 Pembuatan Larutan Buffer Na Sitrat

Langkah awal yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu membuat larutan buffer dari 0,1 M larutan asam sitrat (21,1 gram asam sitrat dalam 1000 mL aquades) dan 0,1 M larutan Na-sitrat (29,41 gram $C_6H_5O_7Na_3 \cdot 2H_2O$ dalam 1000 mL aquades) dengan pH yang telah ditentukan, yaitu pH 3, 4, 5, 6, dan 7. Kemudian x mL larutan asam sitrat ditambahkan dengan y mL larutan Na-sitrat, diencerkan dengan aquades hingga 100 mL (Gambar 3.1) . Setelah itu mengukur pH larutannya masing-masing (Sudarmadji, 1997).

**Gambar 3.1** Pembuatan larutan buffer Na Sitrat

3.3.3 Uji Karakteristik Fisikokimia MOCAF dan Tapioka

Langkah awal yang dilakukan yaitu menyiapkan x gram (sesuai dengan masing masing prosedur analisis) MOCAF dan tapioka yang selanjutnya dilarutkan pada buffer sitrat dengan pH tertentu hingga volume tertentu dan diaduk hingga homogen seperti pada gambar 3.2. Selanjutnya dilakukan pengukuran pH, dan dilakukan pemanasan sesuai dengan variasi suhu yang ditetapkan. Kemudian dilakukan analisis sifat fisikokimia (Gambar 3.2).



Gambar 3.2 Analisis fisikokimia Mocaf dan tapioka

3.4 Parameter Pengamatan

3.4.1 Parameter Pengamatan Penelitian

- a). Daya Kembang (*Swelling power*) (Amin, 2013)
- b). Kelarutan (*Solubility*) (Amin, 2013)

- c). Viskositas diukur dengan menggunakan RVA (*Rapid Visco Analyzer*).
- d). Kekерuhan (Amin, 2013))
- e). Bentuk granula pati , dengan menggunakan mikroskop polarisasi
- f). Sineresis, (Deetae dkk, 2008)

3.5 Prosedur Analisa

3.5.1 Daya Kembang (*Swelling power*) (Amin, 2013)

Daya kembang pati menggunakan metode Amin (2013) yang dimodifikasi dengan menyiapkan sampel sebanyak 0,15g yang ditera dengan buffer sitrat hingga 10 mL kemudian dipanaskan dalam *waterbath* pada temperatur 60 °C, 70 °C, 80 °C, 90 °C, dan 120 °C selama 30 menit sambil diaduk secara kontinyu dan dipanaskan secara periodik. Supernatan dipisahkan dari larutannya menggunakan sentrifuse dengan kecepatan 2500 rpm selama 20 menit, setelah itu didekantasi. Kemudian pastinya diambil dan ditimbang beratnya. *Swelling power* dihitung berdasarkan persamaan di bawah ini :

$$\text{Swelling power (g/g)} = \frac{\text{berat pasta pati (g)}}{\text{berat sampel kering (g)}}$$

3.5.2 Kelarutan (*Solubility*) (Amin, 2013)

Kelarutan dianalisis dengan metode Amin (2013) yang dimodifikasi, memanaskan 0,15g sampel yang ditera hingga 10 mL dalam *waterbath* pada temperatur 60 °C, 70 °C, 80 °C, 90 °C, dan 120 °C selama 30 menit. Setelah dipanaskan, larutan tersebut disentrifugasi pada kecepatan 2500 rpm selama 20 menit. Kemudian supernatan didekantasi dan dikeringkan pada oven sampai 105°C sampai beratnya konstan. Kelarutan dapat dihitung berdasarkan persamaan berikut :

$$\text{Kelarutan (g/g)} = \frac{\text{padatan terlarut disupernatant (g)}}{\text{berat sampel kering (g)}}$$

3.5.3 Kekерuhan (Amin, 2013)

Kekeruhan pasta pati diukur dengan prosedur Amin (2013) yang dimodifikasi. Sebuah suspensi berair 2% sampel yang memiliki beberapa variasi pH dipanaskan dalam *waterbath* selama 30 menit dengan pengadukan secara

kontinyu. Setelah dipanaskan, gel didinginkan selama 1 jam pada suhu 25 °C, kemudian absorbansi dibaca pada 600 nm menggunakan turbidimeter.

3.5.4 Viskositas diukur dengan menggunakan RVA (*Rapid Visco Analyzer*)

Analisis sifat rheologi suatu bahan dilakukan dengan menggunakan RVA (*Rapid Visco Analyzer*) untuk mengetahui viskositas sampel. Pada penelitian ini, faktor yang mempengaruhi adalah pH dan suhu. Pengaturan pada RVA untuk sampel 3 gram, pelarut 25 mL, kadar air 12% (Immaningsih, 2012), kecepatan pengadukan yaitu 160 rpm (Hee, J. A, dkk., 2005) sama pada tiap-tiap sampel sehingga tidak akan mempengaruhi hasil penelitian. Langkah awal untuk memulai penelitian ini yaitu menyiapkan masing-masing sampel yaitu MOCAF dan tapioka sebesar 3 gram dan melarutkan pada 25 mL larutan buffer dengan pH yang telah ditentukan yaitu pH 3, 4, 5, 6, 7 kemudian mengaduknya hingga homogen. Setelah itu mengukur pH sampel sebelum dimasukkan ke dalam RVA yang telah diatur suhunya. Setelah proses pada RVA selesai, data viskositas dari MOCAF dan tapioka akan muncul di layar monitor.

3.5.5 Bentuk granula pati (Subagio, 2006)

Gambar granula Mocaf diambil menggunakan mikroskop polarisasi dengan perbesaran 400X. Sampel yang sudah dipanaskan diambil dengan spatula dan dioleskan pada kaca preparat untuk dilihat dengan mikroskop pada perbesaran 400 kali. Analisa dilakukan berdasarkan hasil foto granula.

3.5.6 Sineresis

Sineresis dilakukan dengan mengkombinasikan metode yang telah dikembangkan oleh Deetae dkk (2008) yang telah dimodifikasi. Sampel sebesar 4,5g dilarutkan dalam buffer sitrat hingga 50mL kemudian dipanaskan dalam suhu 60°C, 70 °C, 80 °C, 90 °C, 120 °C dengan pengadukan selama 30 menit. Pasta yang terbentuk didinginkan hingga mencapai suhu kamar kemudian ditimbang 10g dimasukkan kedalam tabung sentrifuse yang sudah diketahui bobotnya. Pasta dibekukan pada suhu -18°C selama 24 jam. Pasta beku dicairkan dalam waterbath suhu 30°C selama 90 menit, selanjutnya disentrifugasi 2500rpm selama 15 menit. cairan di dekantasi dan residunya ditimbang setiap 24 jam hingga empat kali.

$$\text{Sineresis (g)} = (\text{Berat pasta} + \text{tabung}) - \text{berat tabung}$$

3.5 Analisa Data

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif. Data hasil pengamatan ditampilkan dalam bentuk tabulasi dan histogram, kemudian diinterpretasikan sesuai parameter yang diamati.



BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Suhu pemanasan mempengaruhi nilai *Swelling power*, kelarutan, viskositas, bentuk granula pati, dan sineresis Mocaf. Peningkatan suhu menyebabkan peningkatan *Swelling power*, kelarutan, dan viskositas Mocaf tetapi menyebabkan penurunan kekeruhan Mocaf.
2. Penambahan asam dapat mempengaruhi viskositas dan granula pati Mocaf. Semakin rendah pH maka semakin rendah viskositas Mocaf dan semakin besar ukuran granula pati Mocaf.
3. Suhu pemanasan mempengaruhi nilai *Swelling power*, kelarutan, kejernihan, viskositas, bentuk granula pati, dan sineresis tapioka. Peningkatan suhu menyebabkan penurunan *Swelling power*, tetapi mengalami peningkatan kelarutan, kejernihan, dan viskositas tapioka
4. Penambahan asam mempengaruhi viskositas dan sineresis tapioka. Pada pH rendah, viskositas tapioka rendah dan mengalami sineresis yang lebih besar jika dibanding pH netral.
5. *Swelling power* Mocaf lebih tinggi daripada tapioka, kemampuan larut Mocaf dan tapioka relatif sama, kekeruhan Mocaf lebih tinggi daripada tapioka, granula pati Mocaf lebih besar jika dibandingkan tapioka, viskositas Mocaf lebih tinggi daripada tapioka dan kemampuan mengikat air pada Mocaf lebih stabil jika dibandingkan dengan tapioka.

5.2 Saran

Pengamatan granula pati yang dilakukan dengan mikroskop *Scanning Electron Microscope* (SEM) lebih akurat hasilnya dibandingkan pengamatan yang dilakukan dengan mikroskop polarisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbastabar, B., et.al. 2015. Determining and Modeling Rheological Characteristics of Quince Seed Gum. *Food Hydrocolloids*, vol 43, 259-264. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2014.05.026>.
- Adebowale, K.O. & O.S. Lawal. 2003. Microstructure, Functional Properties and Retrogradation Behaviour of Mucuna Bean (*Mucuna pruriens*) Starch on Heat Moisture Treatments. *Jurnal Food Hydrocolloid* . vol 17: 265-316.
- Afandi. 2010. *Bisnis Populer* MOCAF. <http://agrotekno.blogspot.com/2010/11/bisnis-populer-tepung-Mocaf.html>. [Diakses pada 10 Maret 2014].
- Amin, Nur Azizah. 2013. *Pengaruh Suhu Fosforilasi terhadap Sifat Fisikokimia Pati Tapioka Termodifikasi*. Makassar : Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin.
- An H.Y. 2005. *Effects of Ozonation and Addition of Amino Acids on Properties of Rice Starches*. Faculty of the Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College.
- Azeez, O.S. 2005. Production of Dextrin from Cassava Starch. *Leonardo Journal of Science*.vol 7 : 9-16.
- Aziz A. 2004. Hydroxypropylation and Acetylation of Sago Starch. *Malaysian Journal of Chemistry*.vol 6 (1) : 48-54
- Baker, F. and W.J. Whelan. 1950. Some Morphological Features Accompanying the Aerobic Photodegradation of Whole Potato Starch. *Nature*. vol 165, 449-450.
- Balagopalan, C. and Rajalakshmy, L. 1998. Cyanogen Accumulation in Environment During Processing of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) for Starch and Sago. *Water, Air, and Solid Pollution* . vol 102. 407-413
- Banks, W dan C.T. Greenwood. 1975. *Starch Its Components*. Halsted Press, John Wiley and Sons, N.Y.
- Banks, W, C.T. Greenwood, D.D.Muir. 1973. The Structure of Hydroxyethyl Starch. *British Journal of Pharmacy*, Volume 47, Issue 1 January 1973 Pages 172-178.

- BeMiller, J.N, dan Whistler, R.L. 1996. *Carbohydrates. Di dalam Food Chemistry*, O.R. Fennema (Ed.), CRC Press Taylor dan Francis Group: Boca Raton, FL. Pp. 157-223.
- BeMiller, J.N. 2007. *Carbohydrate Chemistry for Food Scientists*, 2nd ed. AACC International: St. Paul, M.N. pp.389.
- BeMiller, J.N., dan Huber, K.C. 2007. *Carbohydrates. In Fennemas's Food Chemistry*. Fourth Eddition. Edited by Srinivasan, D., K. L., Parkin dan O.R. Fennema. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Ben, E.S., Zulianis dan Halim, A. (2007). Studi awal pemisahan amilosa dan amilopektin pati singkong dengan fraksinasi butanol-air. *Jurnal Sains dan Teknologi Farmasi* , vol 12(1): 1-11.
- Cahyadi, W. 2008. *Analisis Dan Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Chen, H. H., Xu, S., & Wang, Z. 2006. Gelation Properties of Flaxseed Gum. *Journal of Food Engineering*, vol 45, 41-46.
- Deetae P, Shobsngob S, Varanyanond W. 2008. Preparation, pasting properties and freeze-thaw stability of dual modified crosslink-phosphorylated rice starch. *Carbohydr Polym* vol 73:351-358. 2007.12.004
- Dinarsari, A. 2013. Proses Hidrolisa Pati Talas Sente menjadi Glukosa : studi kinetika reaksi. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. Vol 2 (14). Halaman 253-260.
- Dwiyana, D.N. 2011. Perbandingan Konsentrasi Hidroklorid dan Konsentrasi Asam Sitrat Dalam Minuman Jeli Susu Sesuai Mutu Dan Kualitas. *Skripsi*. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pakuan.
- Eliasson, A.C. 2004. *Starch in Food*. Woodhead Publishing Limited Cambridge England.
- Fatimah. 2011. *Sekilas Tentang MOCAF*. <http://fatimahalisalsabila.wordpress.com/2011/05/23/sekilas-tentang-Mocaf/>. [Diakses pada 5 Maret 2014].
- Fennema, O.R., 1976. *Principle of Food Science. Part I Food Chemistry*. New York : Marcel Dekker inc.
- Fleche, G. 1985. *Chemical Modification and Degradation of Starch*. Di dalam G.M.A. Van Beynum dan J.A. Roels, ed. *Starch conversion technology*. London: Applied Science Publ.

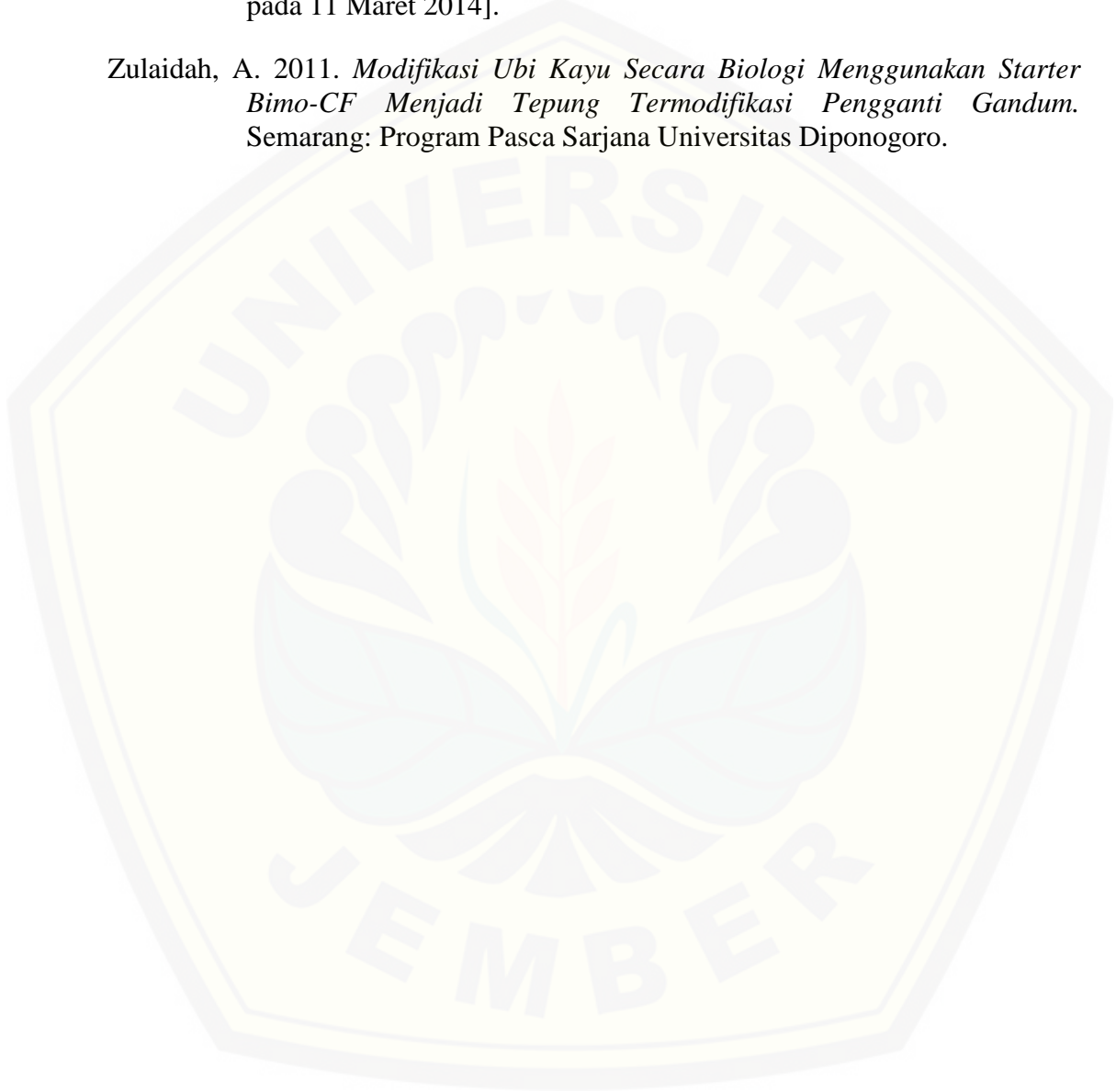
- Gaman dan Sherrington. 1992. *Pengantar Ilmu Pangan Nutrisi dan Mikrobiologi*. Yogyakarta: Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gajah mada.
- Grace, M.R. 1977. *Cassava Processing*. Roma : Food and Agriculture Organization of United Nations.
- Greenwood, C. T. 1975. *Starch and its Components*. Edinburgh (Scotland) : Edinburgh University Press.
- Greenwood, C.T. dan D.N. Munro. 1979. Carbohydrates. Di dalam R.J. Priestley, ed. *Effects of Heat on Foodstuffs*. London : Applied Science Publ. Ltd.
- Grewal, H.S. dan K.L. Kalra. 1995. *Fungal Production of Citric Acid*. *Biotechnol . Adv.* 13 (2) : 209-234. *J. vol 2* (11) : 760-761.
- Gudmundsson, M. 1994. Retrogradation of Starch and Role of Its Components. *Thermochimica* 246: 329-341. *American Journal of Food Science and Technology*. 2017, Vol. 5 (5), 220-227
- Hee, J.A. 2005. *Effects of Ozonation and Addition of Amino acids on Properties of Rice Straches*. A Dissertation Submittes to the Graduate faculty of the Louisiana state University and Agricultural and Mechanichal College.
- Herawati, H., 2004, *Peluang Pengembangan Alternatif produk modified Starch dari Tapioka*. Seminar Nasional Pengembangan Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Surakarta 7 Agustus 2004.
- Hill dan Kelley. 1942. *Organic Chemistry*. The Blakistan Co., Philadelphia, Toronto.
- Hodge, J.E. dan E.M. Osman. 1976. *Carbohydrates. Di dalam Food Chemistry*. D.R. Fennema, ed. Macel Dekker, Inc. New York dan Basel.
- Hustiany, R. 2006. *Modifikasi Asilasi dan Suksinilasi Pati Tapioka Sebagai Bahan Enkapsulasi Komponen Flavor*. Disertasi Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Immaningsih, N. 2012. Profil Gelatinisasi Beberapa Formlasi Tepung-Tepungan Untuk Pendugaan Sifat Pemasakan. *Panel Gizi Makan*, 35 (1): 13-22.
- Judoamidjojo, R, Mulyono. 1990. *Biokonversi*. Bogor : Dikti Pusat Antar Universitas Bioteknologi.
- Kainuma K, Odat T, Cuzuki S, 1967. Study of Starch Phosphates Monoesters. *J. Technol Soc. Starch . vol 14*: 24 – 28.

- Kearsley and Dziedzic. 1995. *Handbook of Starch Hydrolysis Products and their Derivatives*. British : Chapman and Hall.
- Kerr, R. W., and Cleveland, F. C., Jr. 1959. *Orthophosphate esters of starch*. U.S. patent 2,884,413.
- Koswara. 2013. *Teknologi Modifikasi Pati*. [http\\\.www.EbookPangan.com](http://www.EbookPangan.com) [diakses pada tanggal 5 mei 2015]
- Kulp K. 1975. *Carbohydrate*. Di dalam : Gerald Reed (Ed). *Enzymes in Food Processing*. New York : Academic Press.
- Kusnandar, F. 2006. *Desain Percobaan dalam Penetapan Umur Simpan Produk Pangan dengan Metode ASLT (Model Arrhenius dan Kadar Air Kritis)*. Di dalam: Modul Pelatihan Pendugaan dan Pengendalian Masa Kadaluaarsa Bahan dan Produk Pangan. Bogor : Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan dan Seafast Center IPB.
- Leach H. W., Mc Cowen L.D., Schoch T. J., 1959. Structure of The Starch Granules in Swelling and Solubility Pattern of Various Starch. *Cereal Chem*. Vol.36 534-544.
- Loebis, E.H., dan Meutia, Y.R. 2012. Pembuatan Starter MOCAF Termobilisasi Dari Isolat Bakteri Asam Laktat dan Aplikasinya Pada Proses Produksi MOCAF. *Jurnal Hasil Penelitian Industri*, Vol. 25(1).
- Mbougeng, P.D., Tenin, D., Scher, J. dan Tchiégang, C.c (2008). Physicochemical and functional properties and some cultivars of Irish potato and cassava starches. *Journal of Food Technology* , vol 6(3): 139-146.
- Moorthy, S.N. 2004. Tropical sources of starch. Di dalam: *Ann Charlotte Eliasson (ed). Starch in Food: Structure, Function, and Application*. CRC Press, Baco Raton, Florida.
- Mulyandari S. H. 1992. Kajian Perbandingan Sifat-Sifat Pati Umbi-Umbian dan Pati Biji-Bijian. *Skripsi*. Bogor : Fateta IPB.
- Murillo. C.E.C., Wang, Y.I dan Perez, L.A.B. 2008. Morphological and Structural Characteristic of Oxidized Barley and Corn Starch. *Starch/Starke*, Vol 60,534-635.
- Oates, C.G. 1997. Towards an Understanding of Starch Granule Structure and Hydrolysis. Review. *Trends in Food Sci. and Tech*. vol 8: 375-382.
- Olsson, E. 2013. *Effects of Citric Acid on Starch-Based Barrier Coatings*. Sweden: Faculty of Health, Science and Technology, Karlstad University.

- Pomeranz, Y. 1991. *Functional Properties of Food Components*. New York : Academic Press, Inc.
- Purba, Elida. 2009. *Hidrolisis Pati Ubi Kayu (Manihot Esculenta) dan Pati Ubi Jalar (Impomonea batatas) menjadi Glukosa secara Cold Process dengan Acid Fungal Amilase dan Glukoamilase.*, Lampung : Universitas Lampung
- Purnamasari, dkk, 2010. *Pengaruh Hidrolisa Asam-Alkohol dan Waktu Hidrolisa Asam terhadap Sifat Tepung Tapioka*. [SKRIPSI]. Semarang : Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. Pustaka Utama.
- Putri, N.A. 2015. *Sifat Rheologi Mocaf (Modified Cassava Flour) dan Tapioka Dengan Variasi pH*. Jember : Universitas Jember.
- R. E. Rundle, Joseph F. Foster, R. R. Baldwin. 1944. On the Nature of the Starch—Iodine Complex. *J. Am. Chem.* vol 66 (12) 116–2120.
- Radley, J. A. 1976. *Starch Production Technology (Technologie der Stärkerherstellung)*. London : Applied Science Publishers Ltd., (England).
- Rahman, A.M. (2007). Mempelajari Karakteristik Kimia dan Fisik Tepung Tapioka dan Mocal (Modifi ed Cassava Flour) sebagai Penyalut Kacang pada Produk Kacang Salut. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Ratnayake, W. S.,Ratnajothi, H.,Tom W. 2002. *Pea Starch: Composition, Structure and Properties*. Biosynthesis Nutrition Biomedical Volume 54, Issue 6 June 2002.
- Rowe, R.C., Sheskey, P.J, dan Owen, S.C. 2006. *Handbook of Pharmaceutic Excipients 5th Edition*. London: Pharmaceutical Press and American Pharmacists Assosiation.
- Shu, X.Z., Zhu, K.J dan Song, W. 2001. Novel pH-sensitive Citrate Cross-linked Chitosan Film Or Drug Controlled Release. *International Journal Pharmaceutics*,vol 212, 19-28.
- Soccol, C., Vandenberghe, L., Rodrigues C., dan Pandey A. 2006. New Perspectives for Citric Acid Production and Application. *Food Technology and Biotechnology* , vol 44 141-149.

- Srichuwong, S., Sunarti, T.C., Mishima, T., Isono, N. dan Hisamatsu, M. 2005. Starches From Different Botanical Sources I : Contribution of Amylopectin Fine Structure to Thermal Properties and Enzyme Digestibility. *Carbohydrate Polymers*, vol 60(4): 529-538.
- Stoddard, F.I. 1999. Survey Of Starch Particle Size Distribution In Wheat And Related Species. *J.Cereal Chem.* vol 76(1): 145-149.
- Subagio, A, Windrati, W. S, dan Fahmi, F. 2008. *Produksi Operasi Standar (POS) : Produksi Mocal Berbasis Klaster*. Jember : FTP UNEJ.
- Subagio, A. 2006. Ubi Kayu Substitusi berbagai Tepung-tepungan. Vol 1-Edisi 3. *Food Review* (April, 2006) : hal 18-22.
- Sudarmadji, Haryono dan Suhardi. 1997. *Analisa Bahan Makanan dan Hasil Pertanian*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Suriani, A.I. 2008. *Mempelajari Pengaruh Pemanasan dan Pendinginan Berulang terhadap Karakteristik Sifat Fisik dan Fungsional Pati Garut (Marantha Arundinacea) Termodifikasi*. Skripsi. Bogor : Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Swinkles, J.M., 1985. *Source of Starch, Its Chemistry and Physics : Starch Conversion Technology*. New York : Marcell Dekker, Inc.
- Syamsir, E., Hariyadi, P., Fardiaz, D., Andarwulan, N., dan Kusnandar, F. 2012. Pengaruh Proses Heat-Moisture Treatment (HMT) Terhadap Karakteristik Fisikokimia Pati. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, Vol. 18 (1) 2012.
- Syukri, S. 1999. *Kimia Dasar 2*. Bandung : ITB Press.
- Tonukari, N.J. 2004. *Cassava and the Future of Starch*. Electronic Journal of Biotechnology, 7, 1-4.
- Widyastuti, E. Modifikasi Pati. <https://endrikawidyastuti.files.wordpress.com/2012/03/modifikasi-pati1.pdf>. [Diakses tanggal 8 Mei 2015].
- Winarno, F.G. 1984. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Winarno, F.G. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- Winarno, F.G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Winarno, F.G. 2008. *Kimia Pangan dan Gizi: Edisi Terbaru*. Jakarta. Gramedia

- Yuliasih, I., Irawadi, T.T., Sailah, I., Pranamuda, H., Setyowati K. dan Sunarti, T.C. (2007). Pengaruh proses fraksinasi pati sagu terhadap karakteristik fraksi amilosanya. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, vol 17(1): 29-36.
- Yunus. 2009. *MOCAF Indonesia*. <http://Mocafindonesia.blogspot.com/>. [Diakses pada 11 Maret 2014].
- Zulaidah, A. 2011. *Modifikasi Ubi Kayu Secara Biologi Menggunakan Starter Bimo-CF Menjadi Tepung Termodifikasi Pengganti Gandum*. Semarang: Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro.

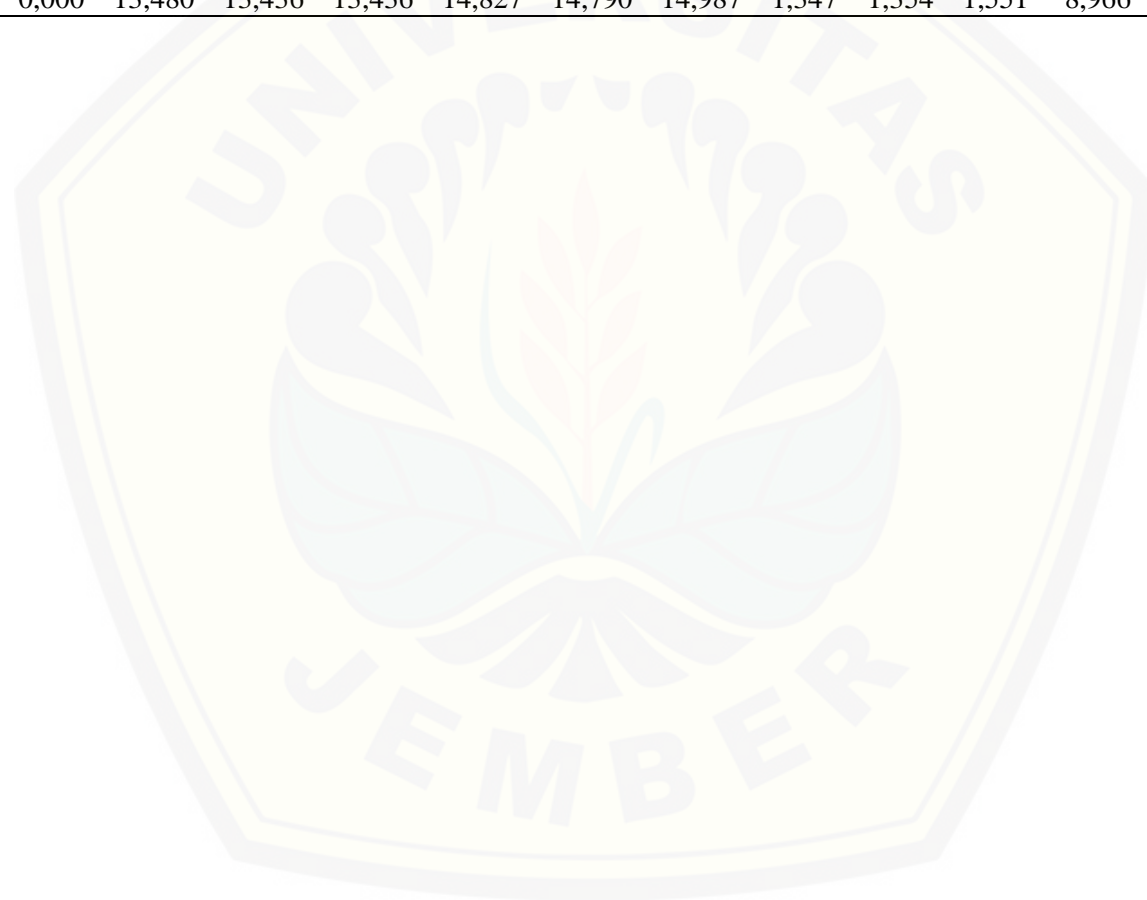


LAMPIRAN

A.1. Swelling power Mocaf

SAMPEL	g sampel			g botol			g pasta +botol			g pasta			swelling power			rerata	stdev
	U1	U2	U3	U1	U2	U3	U1	U2	U2	U1	U2	U2	U1	U2	U3		
A1B1	0,151	0,150	0,151	13,518	13,639	13,639	15,590	15,660	15,659	2,073	2,021	2,020	13,727	13,437	13,384	13,516	0,184
A1B2	0,150	0,150	0,151	13,522	13,681	13,681	15,571	15,673	15,677	2,049	1,992	1,995	13,619	13,243	13,243	13,368	0,217
A1B3	0,150	0,151	0,151	13,398	13,613	13,613	15,408	15,607	15,607	2,010	1,994	1,994	13,368	13,244	13,243	13,285	0,072
A1B4	0,151	0,151	0,150	13,651	13,278	13,278	15,648	15,263	15,266	1,997	1,986	1,989	13,233	13,174	13,174	13,193	0,034
A1B5	0,151	0,151	0,151	13,663	13,614	13,614	15,641	15,624	15,624	1,978	2,010	2,010	13,106	13,352	13,355	13,271	0,143
A2B1	0,150	0,151	0,150	13,619	13,666	13,666	16,296	16,344	16,343	2,678	2,678	2,677	17,813	17,774	17,774	17,787	0,022
A2B2	0,150	0,150	0,151	13,463	13,627	13,627	16,095	16,291	16,293	2,632	2,664	2,665	17,503	17,755	17,766	17,675	0,149
A2B3	0,151	0,150	0,151	13,793	13,306	13,306	16,459	15,984	15,986	2,667	2,678	2,680	17,698	17,800	17,800	17,766	0,059
A2B4	0,151	0,151	0,150	13,481	13,514	13,514	16,071	16,100	16,092	2,590	2,586	2,579	17,208	17,131	17,133	17,157	0,044
A2B5	0,151	0,150	0,151	13,621	13,193	13,193	16,263	15,802	15,809	2,642	2,609	2,616	17,535	17,355	17,355	17,415	0,103
A3B1	0,151	0,151	0,150	13,452	13,639	13,639	17,429	17,698	17,698	3,978	4,059	4,060	26,391	26,942	26,958	26,764	0,323
A3B2	0,151	0,151	0,151	13,356	13,681	13,681	17,382	17,652	17,651	4,026	3,971	3,970	26,691	26,327	26,327	26,448	0,210
A3B3	0,151	0,151	0,150	13,460	13,613	13,613	17,542	17,617	17,613	4,082	4,004	4,000	27,088	26,562	26,576	26,742	0,300
A3B4	0,150	0,151	0,150	13,673	13,278	13,278	17,494	17,316	17,315	3,821	4,038	4,037	25,402	26,787	26,787	26,325	0,800
A3B5	0,151	0,151	0,151	13,480	13,614	13,614	17,510	17,744	17,749	4,030	4,129	4,134	26,731	27,356	27,480	27,189	0,401
A4B1	0,151	0,151	0,150	13,452	13,666	13,666	17,429	17,606	17,603	3,977	3,940	3,937	26,388	26,103	26,103	26,198	0,164
A4B2	0,150	0,151	0,151	13,356	13,627	13,627	17,384	17,661	17,661	4,028	4,034	4,033	26,806	26,780	26,874	26,820	0,049
A4B3	0,151	0,151	0,151	13,460	13,306	13,306	17,302	17,243	17,241	3,842	3,937	3,935	25,452	26,141	26,141	25,911	0,398
A4B4	0,150	0,121	0,151	13,673	13,514	13,514	17,302	16,601	17,578	3,629	3,088	4,065	24,132	25,563	26,977	25,557	1,423
A4B5	0,151	0,150	0,151	13,480	13,193	13,193	17,091	17,134	17,134	3,611	3,941	3,940	23,994	26,235	26,235	25,488	1,294
A5B1	0,150	0,150	0,151	13,452	13,463	13,463	13,799	13,893	13,892	0,347	0,430	0,429	2,311	2,867	2,845	2,674	0,315

SAMPSEL	g sampel			g botol			g pasta +botol			g pasta			<i>swelling power</i>			rerata	stdev
	U1	U2	U3	U1	U2	U3	U1	U2	U2	U1	U2	U2	U1	U2	U3		
A5B2	0,150	0,151	0,151	13,356	13,572	13,572	13,462	13,788	13,783	0,105	0,216	0,211	0,700	1,433	1,433	1,189	0,423
A5B3	0,150	0,151	0,150	13,460	13,650	13,650	14,212	14,152	14,126	0,752	0,502	0,476	5,001	3,324	3,153	3,826	1,021
A5B4	0,151	0,151	0,151	13,673	13,666	13,666	14,894	14,904	14,784	1,221	1,238	1,118	8,109	8,218	8,218	8,182	0,063
A5B5	0,150	0,151	0,000	13,480	13,436	13,436	14,827	14,790	14,987	1,347	1,354	1,551	8,966	8,988	10,294	9,416	0,760



A.2. Kelarutan Mocaf

SAMPSEL	g sampel			g cawan petri			g pasta +cawan petri kering			g pasta kering			kelarutan			rerata	stdev
	U1	U2	U3	U1	U2	U3	U1	U2	U3	U1	U2	U3	U1	U2	U3		
A1B1	0,151	0,150	0,151	39,994	39,994	39,994	40,168	40,168	40,168	0,173	0,174	0,173	1,147	1,156	1,148	1,151	0,005
A1B2	0,150	0,150	0,151	46,704	47,064	47,064	46,865	47,224	47,236	0,161	0,160	0,172	1,073	1,066	1,066	1,068	0,004
A1B3	0,150	0,151	0,151	46,851	46,851	46,851	47,051	47,058	47,057	0,200	0,207	0,206	1,331	1,375	1,370	1,359	0,024
A1B4	0,151	0,151	0,151	28,031	28,031	28,031	28,226	28,217	28,212	0,196	0,186	0,182	1,296	1,236	1,236	1,256	0,035
A1B5	0,151	0,151	0,150	49,211	49,211	49,211	49,410	49,428	49,415	0,198	0,216	0,203	1,313	1,436	1,351	1,367	0,063
A2B1	0,150	0,151	0,151	49,140	49,140	49,140	49,331	49,334	49,397	0,192	0,194	0,258	1,275	1,289	1,289	1,284	0,008
A2B2	0,150	0,150	0,150	36,994	36,994	36,994	37,244	37,234	37,225	0,250	0,240	0,230	1,664	1,602	1,537	1,601	0,064
A2B3	0,151	0,150	0,151	44,382	44,382	44,382	44,572	44,571	44,527	0,190	0,189	0,145	1,258	1,255	1,255	1,256	0,002
A2B4	0,151	0,151	0,151	47,514	47,514	47,514	47,715	47,714	47,720	0,202	0,200	0,206	1,339	1,328	1,372	1,346	0,023
A2B5	0,151	0,150	0,150	47,275	47,275	47,275	47,520	47,542	47,505	0,246	0,268	0,230	1,629	1,781	1,781	1,730	0,087
A3B1	0,151	0,151	0,151	39,994	39,994	39,994	40,327	40,320	40,326	0,333	0,325	0,331	2,209	2,160	2,201	2,190	0,027
A3B2	0,151	0,151	0,150	47,064	47,064	47,064	47,304	47,303	47,397	0,240	0,239	0,334	1,592	1,587	1,587	1,589	0,003
A3B3	0,151	0,151	0,151	46,851	46,851	46,851	47,104	47,102	47,106	0,253	0,251	0,255	1,680	1,662	1,691	1,678	0,015
A3B4	0,150	0,151	0,151	28,031	28,031	28,031	28,250	28,250	28,298	0,219	0,219	0,267	1,457	1,455	1,455	1,456	0,001
A3B5	0,151	0,151	0,150	49,211	49,211	49,211	49,533	49,531	49,558	0,322	0,320	0,346	2,134	2,120	2,302	2,186	0,101
A4B1	0,151	0,151	0,151	49,140	49,140	49,140	49,538	49,543	49,509	0,399	0,403	0,369	2,644	2,671	2,671	2,662	0,015
A4B2	0,150	0,151	0,150	36,994	36,994	36,994	37,455	37,463	37,440	0,461	0,468	0,445	3,066	3,110	2,968	3,048	0,073
A4B3	0,151	0,151	0,151	44,382	44,382	44,382	44,764	44,771	44,746	0,382	0,389	0,363	2,530	2,579	2,579	2,563	0,028
A4B4	0,150	0,121	0,151	47,514	47,514	47,514	47,899	47,833	47,898	0,385	0,319	0,385	2,561	2,643	2,553	2,586	0,050
A4B5	0,151	0,150	0,151	47,275	47,275	47,275	47,745	47,745	47,714	0,471	0,471	0,439	3,127	3,133	3,133	3,131	0,003
A5B1	0,150	0,150	0,151	39,994	49,140	49,140	40,386	49,536	49,546	0,392	0,397	0,406	2,605	2,643	2,695	2,648	0,045

SAMPSEL	g sampel			g cawan petri			g pasta +cawan petri kering			g pasta kering			kelarutan			rerata	stdev
	U1	U2	U3	U1	U2	U3	U1	U2	U3	U1	U2	U3	U1	U2	U3		
A5B2	0,150	0,151	0,151	47,064	36,994	36,994	47,277	37,176	37,412	0,214	0,182	0,418	1,421	1,205	1,205	1,277	0,125
A5B3	0,150	0,151	0,151	46,851	44,382	44,382	47,175	44,706	44,707	0,324	0,324	0,325	2,157	2,146	2,153	2,152	0,005
A5B4	0,151	0,151	0,150	28,031	47,514	47,514	28,329	47,822	47,893	0,298	0,308	0,379	1,980	2,047	2,047	2,025	0,039
A5B5	0,150	0,151	0,151	49,211	47,275	47,275	49,578	47,649	47,671	0,367	0,375	0,397	2,441	2,487	2,634	2,521	0,101

A.3 Keruhan Mocaf

SAMPEL	U1	U2	U3	rata rata	Stdev
A1B1	308,00	303,00	311,00	307,33	4,04
A1B2	336,00	339,00	342,00	339,00	3,00
A1B3	333,00	332,00	346,00	337,00	7,81
A1B4	324,00	325,00	320,00	323,00	2,65
A1B5	270,00	273,00	285,00	276,00	7,94
A2B1	131,00	125,00	126,00	127,33	3,21
A2B2	121,00	132,00	125,00	126,00	5,57
A2B3	125,00	131,00	129,00	128,33	3,06
A2B4	125,00	125,00	126,00	125,33	0,58
A2B5	156,00	151,00	151,00	152,67	2,89
A3B1	85,00	87,00	95,00	89,00	5,29
A3B2	113,00	110,00	113,00	112,00	1,73
A3B3	117,00	111,00	115,00	114,33	3,06
A3B4	92,00	99,00	96,00	95,67	3,51
A3B5	93,00	86,00	96,00	91,67	5,13
A4B1	126,00	126,00	123,00	125,00	1,73
A4B2	116,00	123,00	120,00	119,67	3,51
A4B3	80,00	76,00	73,00	76,33	3,51
A4B4	68,00	66,00	61,00	65,00	3,61
A4B5	52,00	50,00	51,00	51,00	1,00
A5B1	54,00	50,00	52,00	52,00	2,00
A5B2	46,00	48,00	46,00	46,67	1,15
A5B3	44,00	45,00	48,00	45,67	2,08
A5B4	44,00	43,00	44,00	43,67	0,58
A5B5	46,00	45,00	42,00	44,33	2,08

A.4 Sineresis Mocaf

SAMPPEL	g botol		g pasta		g pasta + botol hari ke-							
	U1	U2	U1	U2	2		3		4		5	
					U1	U2	U1	U2	U1	U2	U1	U2
A1B1	13,518	13,639	10,826	10,477	18,361	20,014	17,875	20,011	17,875	20,007	17,821	20,000
A1B2	13,592	13,681	10,603	10,661	18,470	18,132	18,035	18,073	17,931	18,073	17,860	18,057
A1B3	13,522	13,613	10,288	10,493	18,927	18,122	18,419	18,044	18,146	18,036	18,143	18,027
A1B4	13,459	13,278	10,526	10,571	18,774	17,350	18,302	17,281	18,207	17,276	18,200	17,251
A1B5	13,501	13,614	10,534	10,458	18,586	17,227	18,266	17,213	18,190	17,212	18,160	17,185
A2B1	13,522	13,666	10,048	10,783	23,578	24,447	23,572	24,320	23,572	24,293	23,566	24,290
A2B2	13,558	13,627	10,003	10,668	23,511	24,243	23,197	24,098	23,193	24,099	23,163	24,095
A2B3	13,398	13,368	10,047	10,456	23,813	23,768	23,568	23,646	23,561	23,410	23,558	23,409
A2B4	13,651	13,314	10,034	10,644	23,416	23,640	23,410	23,428	23,410	23,408	23,380	23,403
A2B5	13,663	13,193	10,073	10,579	23,839	24,776	23,767	23,483	23,749	23,457	23,729	23,452
A3B1	13,619	13,586	10,487	10,730	24,045	24,430	23,886	24,422	23,858	24,244	23,821	24,240
A3B2	13,463	13,679	10,845	10,404	24,317	24,049	24,309	24,049	24,308	24,031	24,300	24,000
A3B3	13,793	13,621	10,768	10,597	24,567	24,228	24,509	24,199	24,494	24,037	24,482	24,034
A3B4	13,481	13,569	10,786	10,736	24,278	24,299	24,270	24,299	24,268	24,232	24,231	24,230
A3B5	13,621	13,466	10,260	10,764	23,885	24,223	23,882	24,222	23,818	24,128	23,810	24,121
A4B1	13,642	13,325	10,487	10,259	22,217	24,445	21,718	22,594	21,470	21,220	21,381	20,841
A4B2	13,651	13,641	10,516	10,492	23,627	24,121	23,623	24,121	23,621	24,066	23,599	24,065
A4B3	13,676	13,591	10,098	10,695	23,696	24,283	23,698	24,277	23,690	24,269	23,678	24,221
A4B4	13,621	13,524	10,456	10,645	24,098	24,163	24,086	24,155	24,073	24,092	24,065	24,088
A4B5	13,677	13,427	10,339	10,626	24,072	24,049	24,061	24,049	24,056	23,819	24,003	23,747
A5B1	13,452	13,463	10,210	10,308	22,212	20,703	22,117	20,273	22,100	20,250	22,082	20,215
A5B2	13,356	13,572	10,289	7,900	23,318	21,461	23,307	21,461	23,290	21,459	23,267	21,454
A5B3	13,460	13,650	10,463	10,561	22,912	24,197	22,898	24,196	22,856	24,193	22,817	24,191
A5B4	13,985	13,666	10,316	10,438	22,687	24,119	22,678	24,116	22,655	24,116	22,614	24,112
A5B5	13,480	13,436	10,297	10,185	22,747	23,650	22,639	23,649	22,620	23,645	22,502	23,643

SAMPSEL	g pasta hari ke-									
	1		2		3		4		5	
	U1	U2	U1	U2	U1	U2	U1	U2	U1	U2
A1B1	10,826	10,477	4,844	6,375	4,357	6,372	4,357	6,368	4,303	6,361
A1B2	10,603	10,661	4,878	4,451	4,443	4,392	4,339	4,392	4,268	4,376
A1B3	10,288	10,493	5,406	4,509	4,897	4,431	4,625	4,423	4,621	4,415
A1B4	10,526	10,571	5,315	4,073	4,843	4,004	4,748	3,998	4,741	3,973
A1B5	10,534	10,458	5,085	3,613	4,765	3,599	4,689	3,598	4,659	3,571
A2B1	10,048	10,783	10,056	10,781	10,050	10,654	10,050	10,627	10,044	10,624
A2B2	10,003	10,668	9,953	10,616	9,640	10,471	9,635	10,472	9,605	10,468
A2B3	10,047	10,456	10,415	10,400	10,170	10,278	10,163	10,042	10,160	10,041
A2B4	10,034	10,644	9,765	10,327	9,760	10,114	9,760	10,095	9,729	10,089
A2B5	10,073	10,579	10,176	11,583	10,104	10,290	10,086	10,264	10,066	10,259
A3B1	10,487	10,730	10,426	10,844	10,268	10,836	10,239	10,658	10,202	10,654
A3B2	10,845	10,404	10,854	10,370	10,846	10,370	10,845	10,352	10,837	10,321
A3B3	10,768	10,597	10,774	10,608	10,716	10,578	10,701	10,417	10,689	10,413
A3B4	10,786	10,736	10,797	10,730	10,789	10,730	10,787	10,663	10,750	10,661
A3B5	10,260	10,764	10,264	10,758	10,261	10,756	10,197	10,663	10,189	10,655
A4B1	10,487	10,259	8,575	11,120	8,076	9,269	7,828	7,895	7,739	7,516
A4B2	10,516	10,492	9,977	10,480	9,972	10,480	9,971	10,425	9,949	10,424
A4B3	10,098	10,695	10,020	10,692	10,022	10,686	10,013	10,679	10,002	10,630
A4B4	10,456	10,645	10,476	10,639	10,465	10,631	10,452	10,568	10,444	10,564
A4B5	10,339	10,626	10,394	10,622	10,384	10,622	10,378	10,392	10,326	10,320
A5B1	10,210	10,308	8,760	7,240	8,665	6,810	8,649	6,787	8,630	6,752
A5B2	10,289	7,900	9,962	7,889	9,951	7,889	9,933	7,887	9,911	7,882
A5B3	10,463	10,561	9,452	10,548	9,438	10,546	9,396	10,544	9,357	10,541
A5B4	10,316	10,438	8,703	10,453	8,693	10,451	8,671	10,450	8,630	10,446
A5B5	10,297	10,185	9,267	10,214	9,159	10,213	9,140	10,209	9,022	10,207

SAMPSEL	rerata hari ke-				
	1	2	3	4	5
A1B1	10,652	5,365	5,365	5,363	5,332
A1B2	10,632	4,418	4,418	4,365	4,322
A1B3	10,390	4,664	4,664	4,524	4,518
A1B4	10,548	4,423	4,423	4,373	4,357
A1B5	10,496	4,182	4,182	4,144	4,115
A2B1	10,416	10,352	10,352	10,338	10,334
A2B2	10,335	10,055	10,055	10,053	10,036
A2B3	10,251	10,224	10,224	10,103	10,100
A2B4	10,339	9,937	9,937	9,927	9,909
A2B5	10,326	10,197	10,197	10,175	10,163
A3B1	10,609	10,552	10,552	10,448	10,428
A3B2	10,624	10,608	10,608	10,598	10,579
A3B3	10,682	10,647	10,647	10,559	10,551
A3B4	10,761	10,759	10,759	10,725	10,705
A3B5	10,512	10,509	10,509	10,430	10,422
A4B1	10,373	8,673	8,673	7,861	7,628
A4B2	10,504	10,226	10,226	10,198	10,186
A4B3	10,397	10,354	10,354	10,346	10,316
A4B4	10,550	10,548	10,548	10,510	10,504
A4B5	10,483	10,503	10,503	10,385	10,323
A5B1	10,259	7,738	7,738	7,718	7,691
A5B2	9,095	8,920	8,920	8,910	8,896
A5B3	10,512	9,992	9,992	9,970	9,949
A5B4	10,377	9,572	9,572	9,560	9,538
A5B5	10,241	9,686	9,686	9,675	9,615

A.5 Viskositas Mocaf

SAMPEL	U1	U2	U3	rerata
A1B1	14	14	14	14,00
A1B2	17	15	15	15,67
A1B3	16	17	17	16,67
A1B4	14	13	14	13,67
A1B5	12	13	14	13,00
A2B1	32	34	33	33,00
A2B2	21	20	19	20,00
A2B3	20	21	22	21,00
A2B4	16	16	17	16,33
A2B5	12	14	14	13,33
A3B1	3821	4012	4251	4028,00
A3B2	3444	3708	3906	3686,00
A3B3	3474	3496	3456	3475,33
A3B4	2898	3063	2956	2972,33
A3B5	2676	2844	2842	2787,33
A4B1	3403	3575	3784	3587,33
A4B2	3621	3786	4025	3810,67
A4B3	3697	3829	3629	3718,33
A4B4	3440	3441	3402	3427,67
A4B5	3402	3495	3494	3463,67

A.6 Swelling Power Tapioka

SAMPSEL	g tapioka			g Botol			g pasta +botol			g pasta			swelling power			reata	stdev
	U1	U2	U3	U1	U2	U3	U1	U2	U3	U1	U2	U3	U1	U2	U3		
A1B1	0,150	0,151	0,150	13,522	13,463	13,518	15,654	15,535	15,538	2,132	2,071	2,021	14,183	13,751	13,433	13,789	0,376
A1B2	0,151	0,151	0,151	13,558	13,572	13,592	15,530	15,319	15,328	1,972	1,747	1,736	13,090	11,599	11,599	12,096	0,861
A1B3	0,151	0,150	0,151	13,398	13,650	13,522	15,040	15,230	15,232	1,642	1,580	1,710	10,890	10,514	11,354	10,919	0,420
A1B4	0,151	0,151	0,151	13,651	13,666	13,459	14,874	14,871	14,854	1,224	1,205	1,395	8,119	7,997	7,997	8,038	0,070
A1B5	0,150	0,150	0,151	13,663	13,436	13,501	14,625	14,679	14,680	0,961	1,243	1,180	6,389	8,265	7,818	7,491	0,980
A2B1	0,150	0,150	0,151	13,619	13,639	13,522	14,042	14,130	14,137	0,423	0,491	0,615	2,817	3,264	3,264	3,115	0,258
A2B2	0,151	0,150	0,151	13,463	13,681	13,558	15,192	15,440	15,448	1,729	1,759	1,890	11,471	11,724	12,526	11,907	0,551
A2B3	0,150	0,151	0,150	13,793	13,613	13,398	15,604	15,579	15,583	1,811	1,966	2,185	12,051	13,036	13,036	12,707	0,569
A2B4	0,151	0,151	0,150	13,481	13,278	13,651	15,450	15,379	15,681	1,969	2,102	2,030	13,073	13,949	13,491	13,505	0,438
A2B5	0,151	0,150	0,150	13,621	13,614	13,663	15,610	15,458	15,466	1,989	1,844	1,803	13,187	12,263	12,263	12,571	0,533
A3B1	0,150	0,151	0,151	13,452	13,666	13,619	13,975	14,052	14,043	0,523	0,386	0,424	3,483	2,557	2,815	2,952	0,478
A3B2	0,150	0,151	0,150	13,356	13,627	13,463	14,231	14,445	14,436	0,875	0,818	0,973	5,822	5,434	5,434	5,564	0,224
A3B3	0,151	0,151	0,150	13,460	13,368	13,793	14,582	14,658	14,865	1,122	1,290	1,072	7,449	8,556	7,138	7,715	0,745
A3B4	0,150	0,151	0,150	13,985	13,314	13,481	15,554	14,880	14,875	1,570	1,567	1,394	10,463	10,393	10,393	10,416	0,041
A3B5	0,151	0,151	0,150	13,480	13,193	13,621	14,988	14,769	15,188	1,508	1,576	1,567	10,016	10,466	10,426	10,303	0,249
A4B1	0,150	0,151	0,151	13,452	13,586	13,642	13,933	13,974	13,984	0,481	0,388	0,342	3,206	2,569	2,569	2,782	0,368
A4B2	0,151	0,151	0,150	13,356	13,679	13,651	14,007	14,083	14,095	0,650	0,404	0,444	4,317	2,680	2,953	3,317	0,877
A4B3	0,151	0,151	0,151	13,460	13,621	13,676	13,959	14,110	14,131	0,499	0,489	0,454	3,306	3,242	3,242	3,263	0,037
A4B4	0,151	0,120	0,151	13,985	13,569	13,621	14,847	14,270	14,463	0,862	0,701	0,842	5,710	5,835	5,595	5,713	0,120
A4B5	0,151	0,150	0,151	13,480	13,466	13,677	14,470	14,590	14,590	0,990	1,124	0,913	6,576	7,485	7,485	7,182	0,525
A5B1	0,151	0,151	0,151	13,452	13,325	13,452	13,913	13,920	13,913	0,461	0,595	0,461	3,054	3,954	3,063	3,357	0,517

SAMPSEL	g tapioka			g Botol			g pasta +botol			g pasta			<i>swelling power</i>			rata	stdev
	U1	U2	U3	U1	U2	U3	U1	U2	U3	U1	U2	U3	U1	U2	U3		
A5B1	0,151	0,151	0,151	13,452	13,325	13,452	13,913	13,920	13,913	0,461	0,595	0,461	3,054	3,954	3,063	3,357	0,517
A5B2	0,150	0,151	0,151	13,356	13,641	13,356	13,932	14,190	13,902	0,576	0,549	0,546	3,828	3,642	3,642	3,704	0,107
A5B3	0,150	0,151	0,151	13,460	13,591	13,460	14,470	14,470	14,470	1,010	0,879	1,010	6,716	5,826	6,693	6,411	0,507
A5B4	0,151	0,151	0,150	13,985	13,524	13,985	14,689	14,290	14,289	0,705	0,766	0,305	4,668	5,087	5,087	4,947	0,242
A5B5	0,151	0,151	0,151	13,480	13,427	13,480	14,323	14,312	14,323	0,843	0,885	0,843	5,599	5,879	5,601	5,693	0,161

A7. Kelarutan Tapioka

SAMPSEL	g sampel			g capet			g pasta +capet			g pasta kering			kelarutan			rata	stdev
	U1	U2	U3	U1	U2	U3	U1	U2	U3	U1	U2	U3	1,000	2,000	3,000		
A1B1	0,150	0,151	0,150	39,994	39,994	39,994	40,194	40,168	40,211	0,200	0,173	0,217	1,330	1,151	1,440	1,307	0,146
A1B2	0,151	0,151	0,151	47,064	47,064	49,211	47,222	47,225	49,468	0,159	0,161	0,257	1,053	1,067	1,067	1,063	0,009
A1B3	0,151	0,150	0,151	46,851	46,851	46,851	47,013	47,013	47,023	0,162	0,162	0,172	1,073	1,080	1,139	1,097	0,036
A1B4	0,151	0,151	0,151	28,031	28,031	28,031	28,217	28,225	28,205	0,187	0,194	0,174	1,238	1,286	1,286	1,270	0,028
A1B5	0,150	0,150	0,151	49,211	49,211	47,064	49,462	49,465	47,302	0,251	0,253	0,239	1,667	1,684	1,581	1,644	0,055
A2B1	0,150	0,150	0,151	47,514	49,140	49,140	47,877	49,499	49,516	0,364	0,360	0,376	2,419	2,392	2,392	2,401	0,016
A2B2	0,151	0,150	0,151	36,994	36,994	36,994	37,375	37,359	37,368	0,381	0,365	0,374	2,527	2,434	2,478	2,480	0,047
A2B3	0,150	0,151	0,150	44,382	44,382	44,382	44,763	44,772	44,722	0,380	0,390	0,340	2,531	2,582	2,582	2,565	0,029
A2B4	0,151	0,151	0,150	49,140	47,514	47,514	49,490	47,870	47,862	0,351	0,356	0,348	2,328	2,363	2,315	2,335	0,025
A2B5	0,151	0,150	0,150	47,275	47,275	47,275	47,628	47,629	47,668	0,353	0,355	0,394	2,341	2,359	2,359	2,353	0,010
A3B1	0,150	0,151	0,151	49,211	39,994	39,994	49,583	40,339	40,365	0,372	0,344	0,370	2,474	2,281	2,457	2,404	0,107
A3B2	0,150	0,151	0,150	28,031	47,064	47,064	28,446	47,489	47,537	0,416	0,425	0,474	2,767	2,822	2,822	2,804	0,032
A3B3	0,151	0,151	0,150	46,851	46,851	46,851	47,216	47,210	47,214	0,365	0,359	0,363	2,419	2,380	2,415	2,405	0,021
A3B4	0,150	0,151	0,150	47,064	28,031	28,031	47,374	28,359	28,331	0,310	0,328	0,300	2,065	2,177	2,177	2,140	0,064
A3B5	0,151	0,151	0,150	39,994	49,211	49,211	40,452	49,661	49,681	0,458	0,449	0,470	3,043	2,982	3,126	3,050	0,072
A4B1	0,150	0,151	0,151	49,140	49,140	49,140	49,563	49,543	49,581	0,423	0,403	0,442	2,818	2,670	2,670	2,719	0,085
A4B2	0,151	0,151	0,150	36,994	36,994	36,994	37,495	37,450	37,484	0,501	0,455	0,490	3,324	3,021	3,254	3,200	0,159
A4B3	0,151	0,151	0,151	44,382	44,382	44,382	44,784	44,801	44,869	0,401	0,419	0,486	2,658	2,774	2,774	2,735	0,067
A4B4	0,151	0,120	0,151	47,514	47,514	47,514	47,921	47,850	47,945	0,408	0,336	0,432	2,702	2,797	2,867	2,789	0,083
A4B5	0,151	0,150	0,151	47,275	47,275	47,275	47,710	47,710	47,771	0,436	0,436	0,496	2,893	2,900	2,900	2,898	0,004

SAMPPEL	g tsampel			g capet			g pasta +capet			g pasta kering			kelarutan			rata	stdev
	U1	U2	U3	U1	U2	U3	U1	U2	U3	U1	U2	U3	1,000	2,000	3,000		
A5B1	0,151	0,151	0,151	49,140	49,140	49,140	49,489	49,450	49,445	0,349	0,311	0,305	2,314	2,063	2,026	2,134	0,157
A5B2	0,150	0,151	0,151	36,994	36,994	36,994	37,297	37,309	37,317	0,303	0,314	0,323	2,015	2,086	2,086	2,062	0,041
A5B3	0,150	0,151	0,151	44,382	44,382	44,382	44,725	44,720	44,700	0,343	0,337	0,318	2,280	2,235	2,106	2,207	0,090
A5B4	0,151	0,151	0,150	47,514	47,514	47,514	47,819	47,820	47,845	0,305	0,307	0,331	2,021	2,035	2,035	2,031	0,008
A5B5	0,151	0,151	0,151	47,275	47,275	47,275	47,668	47,649	47,668	0,394	0,375	0,393	2,612	2,490	2,612	2,571	0,071

A.8 Kejernihan Tapioka

SAMPEL	U1	U2	U3	rerata	Stdev
A1B1	203	204	212	206,33	4,93
A1B2	222	231	226	226,33	4,51
A1B3	249	249	259	252,33	5,77
A1B4	124	122	122	122,67	1,15
A1B5	59	56	61	58,67	2,52
A2B1	47	44	43	44,67	2,08
A2B2	43	46	40	43,00	3,00
A2B3	46	46	44	45,33	1,15
A2B4	51	49	47	49,00	2,00
A2B5	55	54	55	54,67	0,58
A3B1	43	45	44	44,00	1,00
A3B2	44	41	40	41,67	2,08
A3B3	44	43	42	43,00	1,00
A3B4	39	48	43	43,33	4,51
A3B5	41	42	49	44,00	4,36
A4B1	45	40	40	41,67	2,89
A4B2	50	56	49	51,67	3,79
A4B3	45	46	52	47,67	3,79
A4B4	37	36	38	37,00	1,00
A4B5	41	44	43	42,67	1,53
A5B1	23	22	24	23,00	1,00
A5B2	38	30	32	33,33	4,16
A5B3	16	24	22	20,67	4,16
A5B4	21	27	24	24,00	3,00
A5B5	23	29	22	24,67	3,79

A.9 Sineresis Tapioka

SAMPPEL	g Botol		g pasta		g pasta + botol hari ke-							
	U1	U2	U1	U2	2		3		4		5	
					U1	U2	U1	U2	U1	U2	U1	U2
A1B1	13,452	13,452	10,119	10,229	18,237	22,773	17,968	22,771	17,962	22,769	17,811	22,762
A1B2	13,356	13,356	10,127	10,031	22,168	22,579	22,155	22,429	22,147	22,425	22,124	22,323
A1B3	13,460	13,460	10,101	10,979	22,711	23,519	22,711	23,293	22,690	23,175	22,653	23,021
A1B4	13,985	13,985	10,678	10,654	20,103	21,956	20,093	21,854	20,092	21,853	20,074	21,550
A1B5	13,480	13,480	10,492	10,980	17,184	19,572	16,727	19,246	16,707	18,622	16,631	18,609
A2B1	13,518	13,518	10,284	10,415	22,809	22,943	22,793	22,942	22,736	22,850	22,736	22,742
A2B2	13,592	13,592	10,842	10,442	22,456	23,027	22,323	22,970	22,111	22,949	22,048	22,996
A2B3	13,522	13,522	10,399	10,474	22,961	22,901	22,826	22,895	22,771	22,865	22,661	22,854
A2B4	13,459	13,459	10,657	10,805	22,144	23,456	22,012	23,356	21,863	23,256	21,805	23,159
A2B5	13,501	13,501	10,449	10,690	22,047	23,390	22,750	23,399	22,810	23,328	22,604	23,358
A3B1	13,619	13,619	10,169	10,904	22,799	22,745	21,230	22,579	20,812	22,527	20,804	21,965
A3B2	13,463	13,463	10,531	10,193	23,013	22,962	23,008	22,857	23,006	22,660	22,702	22,723
A3B3	13,793	13,793	10,549	10,658	23,367	23,356	23,301	23,348	23,298	23,323	23,294	23,295
A3B4	13,481	13,481	10,201	10,687	22,694	23,339	22,519	23,333	22,470	23,265	22,394	23,264
A3B5	13,621	13,621	10,411	10,903	23,047	23,647	22,933	23,637	22,925	23,537	22,239	23,282
A4B1	13,522	13,522	10,916	10,595	22,635	22,853	21,890	22,460	21,185	22,339	21,178	21,620
A4B2	13,558	13,558	10,171	10,606	21,872	23,143	21,872	22,454	21,865	22,453	21,872	22,274
A4B3	13,398	13,398	10,663	10,878	23,042	23,518	23,125	23,520	23,018	23,572	22,712	23,524
A4B4	13,651	13,651	10,811	10,557	23,468	23,119	23,461	23,103	23,448	23,102	23,347	23,078
A4B5	13,663	13,663	10,070	10,495	22,804	22,928	22,803	22,919	22,783	22,916	22,505	22,768
A5B1	13,452	13,452	10,081	10,261	22,138	20,660	22,101	19,619	22,040	19,513	22,002	19,498
A5B2	13,356	13,356	10,532	10,234	22,523	21,485	22,431	19,809	22,348	19,609	22,250	19,397
A5B3	13,460	13,460	10,657	10,516	22,541	23,023	22,390	22,956	22,211	22,879	22,100	22,621
A5B4	13,985	13,985	10,668	10,192	22,643	22,610	22,502	22,534	22,477	22,422	22,384	22,318
A5B5	13,480	13,480	10,718	10,120	22,701	22,750	22,668	22,704	22,486	22,637	22,346	22,512

SAMPSEL	g pasta hari ke-									
	1		2		3		4		5	
	U1	U2	U1	U2	U1	U2	U1	U2	U1	U2
A1B1	10,119	10,229	4,786	9,322	4,516	9,319	4,510	9,317	4,359	9,311
A1B2	10,127	10,031	8,812	9,222	8,799	9,072	8,791	9,069	8,768	8,967
A1B3	10,101	10,979	9,251	10,059	9,251	9,833	9,230	9,715	9,193	9,561
A1B4	10,678	10,654	6,118	7,971	6,108	7,869	6,108	7,868	6,089	7,565
A1B5	10,492	10,980	3,705	6,093	3,247	5,766	3,227	5,142	3,151	5,129
A2B1	10,284	10,415	9,292	9,426	9,275	9,424	9,219	9,333	9,218	9,225
A2B2	10,842	10,442	8,864	9,435	8,731	9,378	8,519	9,357	8,456	9,404
A2B3	10,399	10,474	9,440	9,379	9,304	9,374	9,249	9,343	9,139	9,332
A2B4	10,657	10,805	8,685	9,997	8,553	9,897	8,404	9,797	8,346	9,700
A2B5	10,449	10,690	8,546	9,889	9,249	9,898	9,310	9,827	9,104	9,857
A3B1	10,169	10,904	9,180	9,126	7,611	8,960	7,193	8,908	7,185	8,346
A3B2	10,531	10,193	9,549	9,499	9,545	9,394	9,543	9,197	9,239	9,260
A3B3	10,549	10,658	9,574	9,563	9,509	9,556	9,505	9,531	9,501	9,502
A3B4	10,201	10,687	9,213	9,858	9,038	9,852	8,989	9,783	8,913	9,783
A3B5	10,411	10,903	9,426	10,026	9,312	10,016	9,305	9,916	8,618	9,661
A4B1	10,916	10,595	9,113	9,331	8,368	8,938	7,663	8,816	7,656	8,098
A4B2	10,171	10,606	8,315	9,585	8,314	8,896	8,307	8,895	8,314	8,716
A4B3	10,663	10,878	9,644	10,120	9,727	10,122	9,620	10,174	9,314	10,126
A4B4	10,811	10,557	9,818	9,468	9,811	9,452	9,797	9,451	9,696	9,428
A4B5	10,070	10,495	9,141	9,265	9,140	9,256	9,120	9,252	8,842	9,105
A5B1	10,081	10,261	8,687	7,208	8,650	6,168	8,588	6,061	8,551	6,047
A5B2	10,532	10,234	9,167	8,129	9,075	6,452	8,991	6,252	8,894	6,041
A5B3	10,657	10,516	9,081	9,563	8,930	9,496	8,751	9,419	8,640	9,161
A5B4	10,668	10,192	8,658	8,625	8,517	8,549	8,493	8,437	8,400	8,334
A5B5	10,718	10,120	9,221	9,270	9,188	9,224	9,007	9,158	8,867	9,033

SAMPLER	rerata hari ke-				
	1	2	3	4	5
A1B1	10,174	7,507	6,918	6,914	6,835
A1B2	10,079	9,421	8,935	8,930	8,867
A1B3	10,540	10,115	9,542	9,473	9,377
A1B4	10,666	8,386	6,989	6,988	6,827
A1B5	10,736	7,342	4,507	4,185	4,140
A2B1	10,350	9,854	9,350	9,276	9,221
A2B2	10,642	9,653	9,054	8,938	8,930
A2B3	10,437	9,957	9,339	9,296	9,236
A2B4	10,731	9,745	9,225	9,100	9,023
A2B5	10,570	9,618	9,574	9,568	9,480
A3B1	10,537	10,042	8,286	8,050	7,766
A3B2	10,362	9,871	9,469	9,370	9,250
A3B3	10,603	10,116	9,532	9,518	9,502
A3B4	10,444	9,950	9,445	9,386	9,348
A3B5	10,657	10,165	9,664	9,611	9,140
A4B1	10,755	9,854	8,653	8,239	7,877
A4B2	10,388	9,460	8,605	8,601	8,515
A4B3	10,770	10,261	9,924	9,897	9,720
A4B4	10,684	10,187	9,631	9,624	9,562
A4B5	10,282	9,818	9,198	9,186	8,973
A5B1	10,171	9,474	7,409	7,325	7,299
A5B2	10,383	9,700	7,764	7,622	7,468
A5B3	10,587	9,799	9,213	9,085	8,901
A5B4	10,430	9,425	8,533	8,465	8,367
A5B5	10,419	9,670	9,206	9,082	8,950

A.10 Viskositas Tapioka

SAMPEL	U1	U2	U3	rerata
A1B1	7	8	8	7,67
A1B2	13	15	14	14,00
A1B3	12	15	17	14,67
A1B4	11	12	12	11,67
A1B5	11	12	12	11,67
A2B1	12	14	15	13,67
A2B2	17	17	17	17,00
A2B3	15	18	19	17,33
A2B4	12	12	14	12,67
A2B5	12	12	12	12,00
A3B1	4274	4210	4383	4289,00
A3B2	4142	4093	4200	4145,00
A3B3	4233	4269	4227	4243,00
A3B4	3887	3989	3917	3931,00
A3B5	3542	3448	3543	3511,00
A4B1	2418	2392	2410	2406,67
A4B2	3588	3135	3123	3282,00
A4B3	3246	3228	3279	3251,00
A4B4	3321	3355	3333	3336,33
A4B5	3257	3340	3156	3251,00