



**MODIFIKASI MOCAF (*Modified Cassava Flour*) DENGAN
PRAGELATINISASI PARSIAL**

SKRIPSI

Oleh
Diamanda Almira Rachmaleta
151710101139

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2020



**MODIFIKASI MOCAF (*Modified Cassava Flour*) DENGAN
PRAGELATINISASI PARSIAL**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknologi Hasil Pertanian (S-1) dan melengkapi gelar sarjana Teknologi Hasil Pertanian

Oleh
Diamanda Almira Rachmaleta
151710101139

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2020

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Allah SWT, puji syukur segala rahmat, hidayat serta inayah-Nya
2. Ibunda Pinasti Hendrawati, Ayahanda Supartono, Kakak Wimza Hashfi Pramudhika, serta keluarga besar yang selalu mendo'akan dan memberi semangat, serta dukungan selama ini.
3. Guru-guruku sejak Taman Kanak-kanak hingga SMA, serta seluruh dosen Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember terimakasih atas segala ilmu dan bimbingan yang telah diberikan kepada saya.
4. Prof. Ir. Achmad Subagio, M.Agr., Ph.D dan Ahmad Nafi' S.TP., M.P selaku dosen pembimbing yang telah memberikan dukungan dan bimbingan.
5. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

MOTTO

“Jangan pernah bandingkan buku ceritamu dihalaman 5 dengan buku cerita orang lain dihalaman ke 20.”

(Penulis)

“I don’t necessary forgive someone because they deserves it, but more because I deserve peace.”

(Rachel Venny)

“Hiduplah dengan menikmati rahmat Allah. Karena banyak hal yang bisa disyukuri dalam hidup. Sekecil apapun.”

(Dwi Handayani Syah Putri)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Diamanda Almira Rachmaleta

NIM : 151710101139

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Modifikasi MOCAF (*Modified Cassava Flour*) Dengan Prigelatinisasi Parsial” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan 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 ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 18 Agustus 2020
Yang menyatakan

(Diamanda Almira R.)
NIM. 151710101139

SKRIPSI

**MODIFIKASI MOCAF (*Modified Cassava Flour*) DENGAN
PRAGELATINISASI PARSIAL**

Oleh:

Diamanda Almira Rachmaleta

NIM 151710101139

Pembimbing :

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

Dosen Pembimbing Anggota : Ahmad Nafi', S.TP., M.P

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Modifikasi MOCAF (*Modified Cassava Flour*) Dengan Pragelatinisasi Parsial” karya Diamanda Almira Rachmaleta NIM 151710101139. Telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, pada :

hari, tanggal : Selasa, 18 Agustus 2020

tempat : Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Dosen Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

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

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

Tim Penguji

Ketua

Anggota

Dr. Triana Lindriati, S.T., M.P
NIP. 196808141998032001

Dr. Maria Belgis, S.TP., M.P
NIP. 760016850

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng.
NIP. 196809231994031009

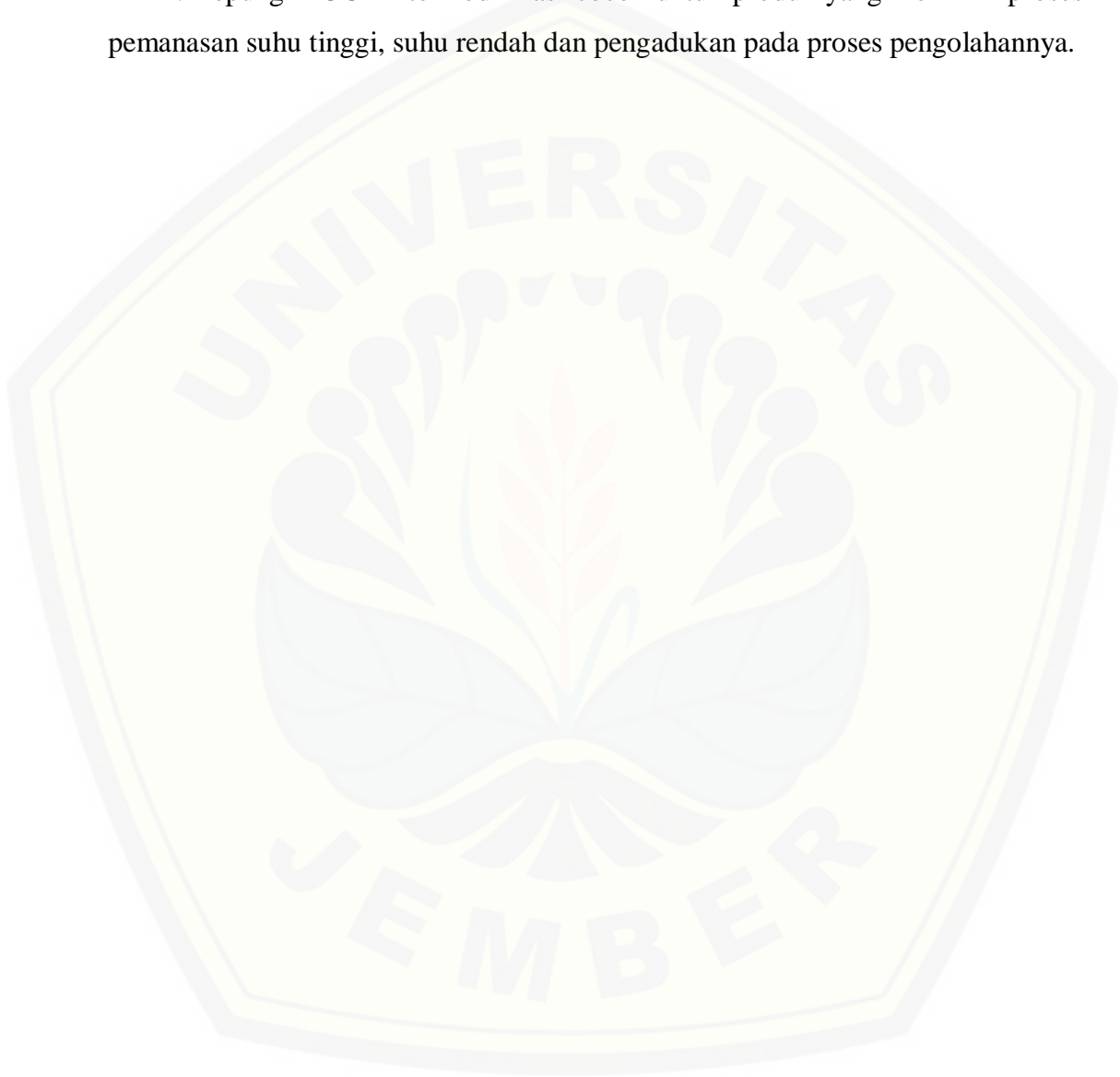
RINGKASAN

“**Modifikasi MOCAF (*Modified Cassava Flour*) Dengan Pragelatinisasi Parsial**”, Diamanda Almira Rachmaleta, 151710101139; 2020; halaman 1-65; Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

MOCAF (*Modified Cassava Flour*) adalah tepung singkong modifikasi yang diproses menggunakan prinsip memodifikasi sel singkong dengan bantuan Bakteri Asam Laktat (BAL). Namun demikian, MOCAF tidak sama persis karakteristiknya dengan tepung terigu, tepung beras, atau tepung lainnya. Maka dari itu dalam aplikasinya, diperlukan sedikit perubahan dalam formula atau prosesnya sehingga akan dihasilkan produk dengan mutu optimal. Dalam upaya untuk memperluas penggunaannya MOCAF dapat dikembangkan lagi agar penggunaannya lebih banyak dan bervariasi, serta dapat menjadi solusi dalam mengatasi kelemahan dalam suatu produk. Cara untuk menghasilkan produk MOCAF tersebut yaitu dengan modifikasi fisik. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh suhu pemanasan dan konsentrasi substrat tepung terhadap sifat fungsional dan mengetahui profil amilograf MOCAF.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktor dan 3 kali ulangan. Faktor yang digunakan yaitu K (Konsentrasi Substrat Tepung), T (Suhu Pemanasan) dengan konsentrasi substrat tepung 20%, 30%, 40% dan suhu pemanasan 50 °C, 60 °C dan 70 °C serta Kontrol (MOCAF tanpa modifikasi) sebagai pembanding. Parameter pengamatan yang dilakukan meliputi derajat putih, *Water Holding Capacity* (WHC), *Swelling Power*, kelarutan, sineresis, dan sifat amilograf menggunakan *Rapid Visco Analyzer* (RVA). Modifikasi MOCAF dengan pragelatinisasi parsial pada perlakuan suhu berpengaruh signifikan terhadap uji derajat putih, daya kembang (*swelling power*), kelarutan dan *water holding capacity* (WHC). Modifikasi MOCAF dengan pragelatinisasi parsial pada perlakuan konsentrasi substrat tepung berpengaruh signifikan terhadap uji derajat putih, daya kembang (*swelling power*), kelarutan dan *water holding capacity* (WHC), sedangkan untuk semua perlakuan tidak

berpengaruh signifikan terhadap uji sineresis. Sifat Amilograf pada MOCAF termodifikasi pada perlakuan K3T3 memiliki nilai MV, FV, dan SB tertinggi dan PV dan BD terendah. Sedangkan nilai PV dan BD tertinggi pada perlakuan K1T1. Nilai FV terendah pada perlakuan K1T3 dan nilai BD terendah pada perlakuan K2T1. Tepung MOCAF termodifikasi cocok untuk produk yang memiliki proses pemanasan suhu tinggi, suhu rendah dan pengadukan pada proses pengolahannya.



SUMMARY

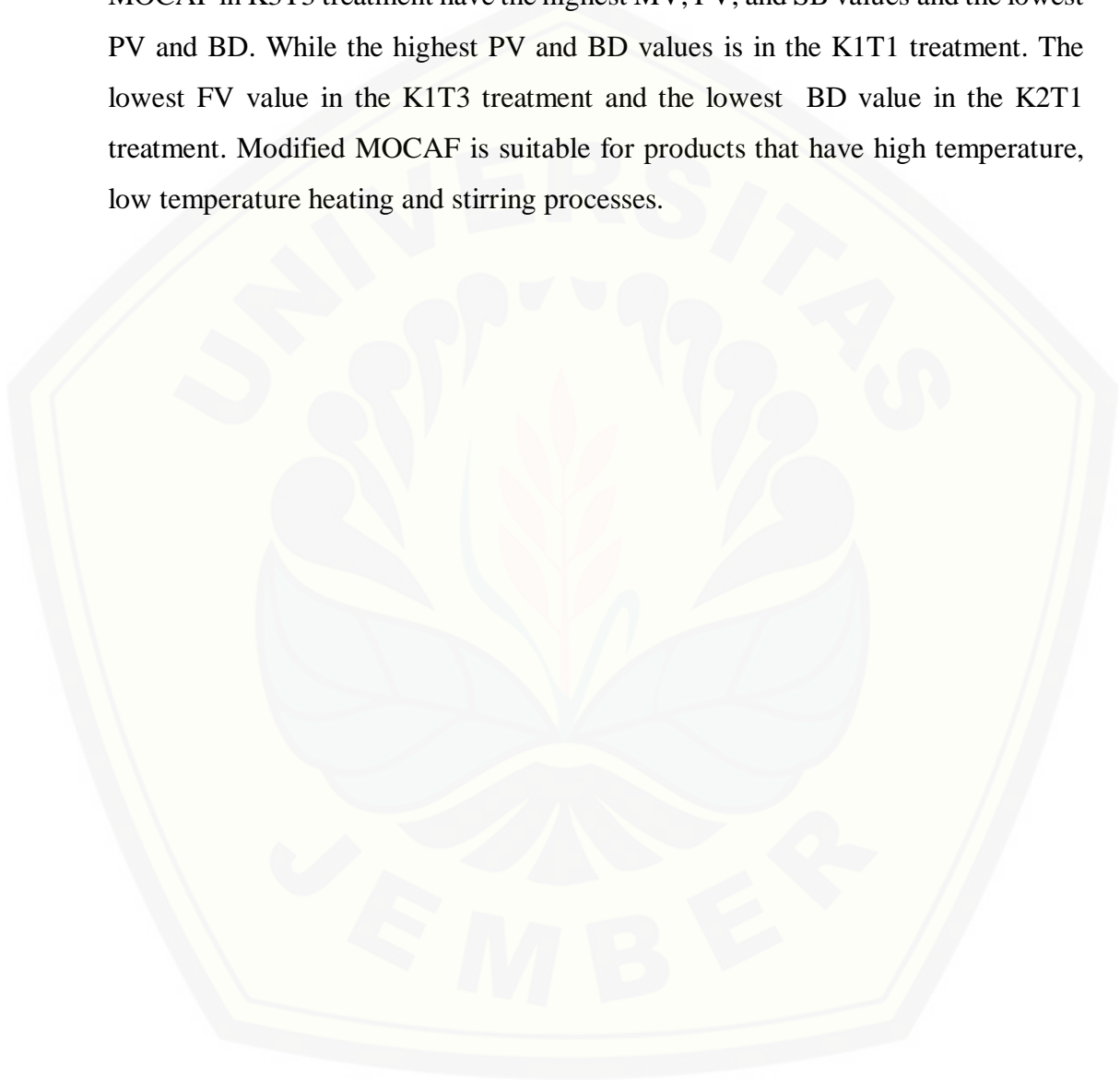
"Physical Modification of MOCAF (Modified Cassava Flour) using Partially Prigelatinized", Diamanda Almira Rachmaleta, 151710101139; 2020; pages 1-65; Department of Agricultural Technology, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

MOCAF (*Modified Cassava Flour*) is a modified cassava flour that is processed by using the principle of modifying cassava cells with the help of Lactic Acid Bacteria (LAB). However, MOCAF does not have exactly the same characteristics as white flour, rice flour, or other flour. Therefore, in the application, there is a slight change in the formula or process so that the product will be produced with optimum quality. In an effort to expand its use MOCAF can be developed again so that its use more and varied, and can be a solution to overcome weaknesses in a product. One of the solution to produce the MOCAF product is physical modification. The purpose of this study were to determine the effects of heating temperature and flour substrate concentration on the functional properties and determine profile of MOCAF amilograph.

The research method was used a completely randomized design (CRD) with 2 factors and 3 replications. The factors used are K (Flour Substrate Concentration), T (Heating Temperature) with flour substrate concentration of 20%, 30%, 40% and heating temperatures 50 °C, 60 °C and 70 °C and Control (MOCAF without modification) as a comparison. The parameters of observations made are include the degree of white, Water Holding Capacity (WHC), Swelling Power, solubility, syneresis, and the nature of the amylograph using a Rapid Visco Analyzer (RVA).

Modification of MOCAF with partial prigelatinization in the temperature treatment will affect the physical properties of MOCAF, which results in a higher white degree value, having a higher solubility value along with the increase in treatment temperature, high WHC value, swelling value and syneresis which decreases with increasing treatment temperature. The modification of MOCAF with partial prigelatinization at temperature treatment has significant effect on white degree test, site power, solubility and *Water Holding Capacity* (WHC). The

modification of MOCAF with partial praelatinization on the treatment of the concentration of the flour substrate significantly affects the degree of white test, site power, solubility and water holding Capacity (WHC), while for all treatment has no significant effect on the syneresis test. Amylograph properties in the modified MOCAF in K3T3 treatment have the highest MV, FV, and SB values and the lowest PV and BD. While the highest PV and BD values is in the K1T1 treatment. The lowest FV value in the K1T3 treatment and the lowest BD value in the K2T1 treatment. Modified MOCAF is suitable for products that have high temperature, low temperature heating and stirring processes.



PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia-nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Modifikasi MOCAF (*Modified Cassava Flour*) Dengan Prigelatinisasi Parsial”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata 1 (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 terima kasih kepada :

1. Dr. Siswoyo Soekarno. S.TP., M.Eng selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
2. Prof. Ir. Achmad Subagio, M.Agr., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ahmad Nafi' S.TP., M.P selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
3. Ahmad Nafi' S.TP., M.P selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
4. Teknisi Laboratorium Rekayasa Pengolahan Hasil Pertanian dan Laboratorium Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
5. Ibunda Pinasti Hendrawati, Ayahanda Supartono dan Kakak Wimza Hashfi Pramudhika dan Putri Hardayanti, serta keluarga besar yang selalu mendo'akan dan memberi semangat, serta dukungan selama ini.
6. Mas Dani Setiawan yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penyelesaian skripsi ini;
7. Researcher Team (Dewi Lestari, Faridatul Meikhusna., Irna Novianti, Defi Maulida dan Faqih A) yang telah membantu penulis dalam penyelesaian skripsi;
8. Sahabat-sahabat penulis seperjuangan (Hilda Febrinda S, Malvira Mega, Adinda Tiara, Yusuf Ade, Johan Alif) yang telah menjadi teman dikala

suka dan duka serta terimakasih telah memberikan dukungan dan motivasi dalam penyelesaian skripsi ini;

9. Teman terkasih penulis Suryo Antoko yang senantiasa memberikan motivasi dan semangat dalam penyelesaian skripsi ini;
10. Sahabat-sahabat SMA MMG Team (Aura Kamilah, Friskadini Ismayanti, Ananda Puji L, Putri Fidya, Yolanda Putri W) yang telah memberikan semangat serta motivasi dalam penyelesaian skripsi ini;
11. Sahabat-sahabat SMA (Faktur Rahman, Elviera Mahayati Haris dan Praba Surya P) yang telah memberikan semangat serta motivasi dalam penyelesaian skripsi ini;
12. Teman-teman kerja Kesuwon Team (Owner Riza Shahab, Manajer Roby, Erwin, Dayat, Dian, Lita, Nanda, Anggi, Panji, Sendi) yang telah memberikan motivasi dan memberi semangat dalam pengerjaan skripsi ini;
13. Teman-teman seperjuangan THP 2015 yang telah memberikan kenangan, dan banyak cerita kepada penulis selama menempuh pendidikan di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
14. Teman-teman UKM-K Dolanan yang telah banyak memberikan pengalaman dan pembelajaran kepada penulis;
15. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu terselesaikannya skripsi penulis.

Jember, 18 Agustus 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN.....	viii
SUMMARY.....	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tepung MOCAF (<i>Modified Cassava Flour</i>)	4
2.2 Karakteristik MOCAF (<i>Modified Cassava Flour</i>)	5
2.3 Faktor yang Mempengaruhi Modifikasi Pati	6
2.4.1 Ukuran Partikel.....	6
2.4.2 Suhu	6
2.4.3 Waktu Reaksi.....	7
2.4.4 Konsentrasi Substrat	7
2.4 Tepung Prigelatinisasi Parsial.....	7
2.5 Sifat Fungsional Pati.....	9

2.5.1 Swelling Power.....	9
2.5.2 Kelarutan	10
2.5.3 Gelatinisasi	10
2.5.4 Retrogradasi dan Sineresis	12
2.5.5 Pemastaan (Pasting Properties)	14
2.6 Rapid Visco Analyzer (RVA)	17
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	20
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	20
3.2 Bahan dan Alat Penelitian.....	20
3.2.1 Bahan Penelitian	20
3.2.2 Alat Penelitian	20
3.3 Pelaksanaan Penelitian.....	20
3.3.1 Rancangan Percobaan	20
3.3.2 Modifikasi Pati dengan Pragelatinisasi Parsial	21
3.4 Paramater Pengamatan.....	23
3.5 Prosedur Analisis.....	23
3.5.1 Sifat Fungsional.....	23
3.5.2 Analisis Sifat Amilograf dengan <i>Rapid Visco Analyzer</i>	25
3.6 Analisis Data.....	26
BAB 4 PEMBAHASAN	27
4.1 Derajat Putih	27
4.2 Daya Kembang (<i>Swelling Power</i>)	28
4.3 Kelarutan	30
4.4 <i>Water Holding Capacity</i> (WHC)	31
4.5 Sineresis	32
4.6 Sifat Amilograf	33
BAB 5 PENUTUP	38
5.1 Kesimpulan	38
5.2 Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA	40

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Syarat mutu tepung MOCAF.....	6
2.2 Perbedaan Komposisi Kimia MOCAF dan Tepung Singkong.....	7
2.3 Perbedaan Organoleptik MOCAF dan Tepung Singkong.....	7
3.1 Rancangan Penelitian	22
4.2 Nilai Daya Kembang (<i>Swelling Power</i>) MOCAF Termodifikasi.....	31
4.3 Nilai Kelarutan (<i>Solubility</i>) MOCAF Termodifikasi.....	33
4.5 Nilai Sineresis MOCAF Termodifikasi.....	36
4.6 Sifat Amilograf MOCAF termodifikasi	38

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.5 Proses gelatinisasi	11
2.6 Perubahan granula pati selama pemanasan dan pendinginan	13
2.7 Pengaturan suhu RVA	14
2.8 Granula pati selama pemasakan	17
2.9 Mekanisme kerja Rapid Visco Analyzer (RVA)	18
2.10 Proses <i>inserting</i> sampel pada <i>paddle coupling</i>	18
3.1 Skema kerja MOCAF termodifikasi	22
3.2 Pengaturan Suhu dan Pengadukan RVA	26
4.1 Derajat Putih MOCAF Termodifikasi	27
4.4 <i>Water Holding Capacity</i> (WHC) MOCAF Termodifikasi	31
4.6 Kurva Sifat Amilograf MOCAF Termodifikasi	35

LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Data Hasil Analisis	48
A.1 Nilai Derajat Putih MOCAF Termodifikasi.....	48
A.1.1 ANOVA MOCAF Termodifikasi	48
A.1.2 Duncan MOCAF Termodifikasi	49
A.2 Nilai <i>Swelling Power</i> MOCAF Termodifikasi.....	49
A.2.1 ANOVA <i>Swelling Power</i> MOCAF Termodifikasi.....	50
A.3 Nilai Kelarutan (<i>Solubility</i>) MOCAF Termodifikasi.....	51
A.3.1 ANOVA Kelarutan (<i>Solubility</i>) MOCAF Termodifikasi.....	52
A.4 Nilai <i>Water Holding Capacity</i> (WHC) MOCAF Termodifikasi.....	52
A.4.1 ANOVA WHC MOCAF Termodifikasi	52
A.4.2 Duncan WHC MOCAF Termodifikasi	53
A.5 Nilai Sineresis MOCAF Termodifikasi	54
A.5.1 ANOVA Sineresis MOCAF Termodifikasi	55
Lampiran B. Sifat Amilograf.....	56
B.1 Kurva Kontrol (MOCAF Tanpa Perlakuan).....	56
B.2 Kurva Konsentrasi 20%, Suhu 50 °C.....	56
B.3 Kurva Konsentrasi 20%, Suhu 60 °C.....	57
B.4 Kurva Konsentrasi 20%, Suhu 70 °C.....	57
B.5 Kurva Konsentrasi 30%, Suhu 50 °C.....	58
B.6 Kurva Konsentrasi 30%, Suhu 60 °C.....	58
B.7 Kurva Konsentrasi 30%, Suhu 70 °C.....	59
B.8 Kurva Konsentrasi 40%, Suhu 50 °C.....	59
B.9 Kurva Konsentrasi 40%, Suhu 60 °C.....	60
B.10 Kurva Konsentrasi 40%, Suhu 70 °C.....	60
Lampiran C. Dokumentasi	61
C.1 Pembuatan sampel	61
C.2 Uji derajat putih	62
C.3 Uji <i>Water Holding Capacity</i> (WHC)	62

C.4 Uji <i>swelling power</i>	63
C.5 Uji kelarutan	63
C.6 Uji sineresis	64



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Salah satu teknologi pengolahan tepung singkong secara fermentasi antara lain dilaporkan oleh Subagio (2008), dalam bentuk tepung MOCAF (*Modified Cassava Flour*). Tepung MOCAF diproses menggunakan prinsip memodifikasi sel singkong secara fermentasi menggunakan Bakteri Asam Laktat (BAL). Perbaikan karakteristik tepung terjadi akibat adanya proses liberasi pati dan hidrolisis pati. Produk olahan dari MOCAF ini bermacam-macam diantaranya mie, *cookies*, kue dan lain sebagainya. Namun demikian, MOCAF tidak sama persis karakteristiknya dengan tepung terigu, tepung beras, atau tepung lainnya. Maka dari itu dalam aplikasinya, diperlukan sedikit perubahan dalam formula atau prosesnya sehingga akan dihasilkan produk dengan mutu optimal. Selain itu, hasil uji coba yang telah dilakukan dengan mensubstitusi MOCAF terhadap tepung terigu menunjukkan bahwa MOCAF dapat mensubstitusi tepung terigu hingga tingkat 15% pada produk mi instan, dan hingga 25% untuk mi bermutu rendah (Subagio *et al.*, 2008). Namun demikian dibandingkan dengan tepung singkong biasa atau tapioka, tepung MOCAF memiliki karakter derajat viskositas (daya rekat), daya rehidrasi yang lebih baik.

Dilihat dari kemampuan gelasi serta daya larut MOCAF yang bertambah bisa jadi pertimbangan dalam pemakaian MOCAF jadi pensubstitusi bahan pengental pada produk pangan seperti selai. Bahan pengental yang umumnya ditambahkan dalam selai adalah pektin. Kemampuan kelarutan pektin dalam air dan keahlian gelasinya yang baik membuat gel yang tercipta dalam selai menjadi stabil (Fahrizal serta Fadhil, 2014). Tetapi bila ditinjau dari harga serta metode mendapatkannya pektin bersifat eksklusif serta mahal, hingga diharapkan MOCAF bisa jadi pensubstitusi pektin yang memiliki harga yang lebih murah serta mempunyai keahlian gel yang baik dalam pembuatan selai. Namun, menurut Dipowaseso, D.A., *et al.*, (2018), MOCAF sebagai pensubstitusi bahan pengental masih memiliki daya oles yang rendah sehingga gel yang terbentuk terlalu padat dan keras. Gel yang terbentuk menjadi padat dan keras diduga karena pada MOCAF masih terdapat

sebagian pati alami (tidak termodifikasi) yang dapat dilihat dari hasil uji kelarutannya yang masih rendah. Pati alami mempunyai sifat membentuk gel yang lebih cepat dibandingkan pati modifikasi maupun pektin. Oleh karena itu perlu adanya modifikasi guna untuk memperbaiki karakteristik dari MOCAF sebagai *thickener*.

Salah satu cara untuk memperbaiki karakteristik MOCAF yaitu dengan modifikasi fisik. Modifikasi secara fisik dilakukan karena ramah terhadap lingkungan, tidak menimbulkan efek yang berbahaya terhadap produk yang dihasilkan. Salah satu upaya untuk memodifikasi MOCAF yaitu dengan cara prigelatinisasi parsial. Prigelatinisasi parsial merupakan salah satu metode modifikasi fisik yang dapat diaplikasikan dalam modifikasi MOCAF dengan menggunakan suhu diatas suhu gelatinisasi. Kisaran suhu gelatinisasi tepung singkong berkisar antara 52-64^oC (Winarno, 1984). Metode prigelatinisasi dapat memperbaiki karakteristik tepung singkong yang dihasilkan khususnya karakteristik viskositas, daya serap air, dan kelarutan dalam air (Hidayat, *et al.*, 2009). Menurut Padmaja, *et al.* (1996) tepung prigelatinisasi yang dibuat melalui proses perebusan karakteristik pastinya lebih baik dibandingkan tepung alami. Suhu dan waktu prigelatinisasi merupakan faktor penting yang mempengaruhi karakteristik produk yang dihasilkan. Jika pemanasan tidak dilakukan pada suhu dan waktu yang sesuai maka derajat pengembangan granula tepung yang dihasilkan tidak tepat dan tidak memberikan sifat yang diinginkan.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam upaya untuk meningkatkan penggunaannya, MOCAF dapat dikembangkan tidak hanya sebagai bahan pensubstitusi saja tetapi juga sebagai *fat replacer*, *edible coating*, *thickening agent*, dan *filler* yang merupakan bagian dari pengembangan pati termodifikasi. Perlu adanya perbaikan karakteristik dari MOCAF agar penggunaannya dalam industri pangan bisa lebih luas. Salah satu cara untuk memperbaiki karakteristik fisik MOCAF yaitu dengan cara prigelatinisasi parsial. Modifikasi prigelatinisasi parsial merupakan modifikasi secara fisik yang nantinya dapat memperbaiki sifat fungsional dan amilograf dari MOCAF.

Modifikasi pragelatinisasi parsial dilakukan dengan menggunakan perbedaan konsentrasi substrat dan perbedaan suhu gelatinisasi.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini diantaranya:

- a. Mengetahui pengaruh variasi suhu pemanasan dan variasi konsentrasi substrat tepung terhadap sifat fungsional tepung MOCAF.
- b. Mengetahui profil amilograf tepung MOCAF termodifikasi dengan variasi suhu pemanasan dan variasi konsentrasi substrat tepung.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapat setelah melakukan penelitian ini diantaranya dapat memperbaiki karakteristik tepung MOCAF sehingga penggunaan tepung MOCAF pada industri menjadi lebih luas. Selain itu juga hasil yang didapat dari penelitian ini bisa diterapkan untuk industri olahan pangan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tepung MOCAF (*Modified Cassava Flour*)

MOCAF adalah tepung dari ubi kayu atau singkong yang dibuat dengan menggunakan prinsip modifikasi sel ubi kayu secara fermentasi (Subagio, 2006). Mikroba yang tumbuh selama fermentasi akan 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-asam organik, terutama asam laktat. Proses ini akan menyebabkan perubahan karakteristik dari tepung yang dihasilkan berupa naiknya viskositas, kemampuan gelasi, daya rehidrasi dan kemudahan melarut. Selanjutnya, granula pati tersebut akan mengalami hidrolisis yang menghasilkan monosakarida sebagai bahan baku untuk menghasilkan asam-asam organik. Senyawa asam ini akan menghasilkan aroma dan cita rasa khas yang dapat menutupi aroma dan citarasa khas ubi kayu yang cenderung tidak disukai konsumen (Subagio, 2006).

MOCAF dapat digolongkan sebagai produk olahan *edible cassava* yang dapat dimakan. Oleh karena itu, syarat mutu MOCAF dapat mengacu kepada CODEX STAN 176-1989 (Rev.1-1995) tentang *edible cassava flour*. Selain itu, tepung MOCAF memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan jenis tepung lainnya, diantaranya : (1) Kandungan serat terlarut lebih tinggi daripada tepung gaplek, (2) Kandungan kalsium lebih tinggi dibanding padi /gandum, (3) Mempunyai daya kembang setara dengan gandum tipe II (kadar protein menengah), (4) Daya cerna lebih tinggi dibandingkan dengan tapioka gaplek (BKP3 Bantul, 2012). Adapun syarat mutu tepung MOCAF menurut SNI 7622-2011 dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1. Syarat Mutu Tepung Mocaf (SNI 7622-2011)

Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
Keadaan		
a. Bentuk	-	Serbuk halus
b. Bau	-	Netral
c. Warna	-	Putih
Benda asing	-	Tidak ada
Serangga dalam semua bentuk stadia dan potongan-potongannya yang tampak	-	Tidak ada
Kehalusan		
- Lolos 100 mesh	% (b/b)	Min. 90
- Lolos 80 mesh	% (b/b)	100
Kadar Air	% (b/b)	Maks. 13
Abu	% (b/b)	Maks. 1,5
Serat kasar	% (b/b)	Maks. 2,0
Derajat putih (MgO = 100)	-	Min. 87
Belerang dioksida (SO ₂)	% (b/b)	Negatif
Derajat asam	ml N NaOH/100 g	Maks. 4,0
HCN	mg/kg	Maks. 10
Cemaran Logam		
Cadmium (Cd)	mg/kg	Maks. 0,2
Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 0,3
Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40,0
Merkuri (Hg)	mg/kg	Maks. 0,05
Cemaran Arsen (As)	mg/kg	Maks, 0,5
Cemaran mikroba		
Angka lempeng total (35°C, 48 jam)	Koloni/g	Maks. 1 x 10 ⁰
<i>E.coli</i>	APM/g	Maks. 10
<i>Bacillus cereus</i>	Koloni/g	< 1 x 10 ⁴
Kapang	Koloni/g	Maks. 1 x 10 ⁴

2.2 Karakteristik MOCAF (*Modified Cassava Flour*)

Menurut Subagio *et al.*, (2008), komposisi kimia MOCAF tidak jauh berbeda dengan tepung singkong, tetapi MOCAF mempunyai karakteristik organoleptik yang spesifik. Komposisi kimia dan karakteristik organoleptik antara MOCAF dan tepung singkong dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2 Secara organoleptik warna MOCAF yang dihasilkan lebih putih jika dibandingkan dengan warna tepung singkong biasa. Hal ini disebabkan karena kandungan protein MOCAF yang lebih rendah dibandingkan dengan tepung singkong. Kandungan protein dapat menyebabkan warna coklat ketika pengeringan atau pemanasan.

Tabel 2.2 Perbedaan Komposisi Kimia MOCAF dan Tepung Singkong

Parameter	MOCAF	Tepung Singkong
Kadar Air (%)	Max. 13	Max. 13
Kadar Protein (%)	Max. 1.2	Max. 1.2
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 *et al.* (2008)

Tabel 2.3 Perbedaan Sifat Organoleptik MOCAF dan Tepung Singkong

Parameter	MOCAF	Tepung Singkong
Warna	Putih	Putih Agak Kecoklatan
Aroma	Netral	Kesan Singkong
Rasa	Netral	Kesan Singkong

Sumber: Subagio *et al.* (2008)

2.3 Faktor yang Mempengaruhi Modifikasi Pati

Menurut Herawati (2012) menyatakan bahwa, proses modifikasi pati dapat dipengaruhi oleh beberapa parameter, di antaranya ukuran partikel, suhu, waktu reaksi, dan konsentrasi substrat. Proses modifikasi pati dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu:

2.3.1 Ukuran Partikel

Ukuran partikel sangat erat kaitannya dengan laju reaksi. Menurut Saraswati (1982), semakin kecil ukuran pati maka semakin cepat reaksi berlangsung karena ukuran partikel yang kecil akan meningkatkan luas permukaan serta kelarutannya dalam air.

2.3.2 Suhu

Suhu berhubungan langsung dengan laju reaksi. Berdasarkan persamaan Arrhenius, semakin tinggi suhu maka reaksi akan berlangsung makin cepat. Hal ini terkait dengan konstanta laju reaksi yang akan meningkat seiring dengan meningkatnya suhu operasi. Namun demikian, proses reaksi harus memperhitungkan pula karakteristik titik gelatinisasi pati. Pada saat titik gelatinisasi tercapai, pati akan berubah bentuk menjadi gel dan mengeras

(Nwokocha *et al.*, 2009) sehingga untuk proses modifikasi dengan menggunakan bahan kimia, seperti substitusi, sebaiknya suhu dipertahankan di bawah titik gelatinisasinya. Namun harus diperhatikan jika katalisator yang dipakai adalah enzim, karena enzim sensitif terhadap suhu tinggi. Jika suhu terlalu tinggi aktifitas enzim akan menurun bahkan enzim dapat rusak.

2.3.3 Waktu Reaksi

Waktu reaksi berpengaruh terhadap optimasi proses dan produk. Waktu proses yang kurang dapat mengakibatkan belum tercapainya kondisi optimal produk sesuai karakteristik yang diharapkan. Namun demikian, semakin lama waktu proses reaksi akan semakin banyak dinding sel granula pati yang pecah sehingga terjadi perlubangan pada granula pati termodifikasi. Hal ini menyebabkan permukaan granula pati menjadi tidak rata sehingga tekstur yang dihasilkan menjadi kasar (Subagio *et al.*, 2008). Waktu reaksi sangat terkait pula dengan perubahan warna. Warna coklat akibat reaksi pencoklatan perlu dihindarkan untuk memenuhi standar produk pati termodifikasi yang dihasilkan.

2.3.4 Konsentrasi Substrat

Konsentrasi substrat atau perbandingan berat air terhadap pati menjadi penting terkait dengan kelarutan pati dan efisiensi penggunaan pelarut dalam proses reaksi modifikasi. Tingkat perbandingan yang terlalu besar akan menimbulkan pemborosan penggunaan pelarut (air), sedangkan perbandingan yang terlalu kecil dapat menyebabkan pengendapan pati.

2.4 Tepung Pragelatinisasi Parsial

Tepung pragelatinisasi adalah tepung yang dalam proses pembuatannya telah mengalami proses gelatinisasi terlebih dahulu sebelum dikeringkan. Tepung ini akan mengalami perubahan sifat fisik dan sifat tepung alami. Menurut Padmaja, *et al.* (1996) tepung pragelatinisasi yang dibuat melalui proses perebusan karakteristik pastinya lebih baik dibandingkan tepung alami. Suhu dan waktu pragelatinisasi merupakan faktor penting yang mempengaruhi karakteristik produk yang

dihasilkan. Jika pemanasan tidak dilakukan pada suhu dan waktu yang sesuai maka derajat pengembangan granula tepung yang dihasilkan tidak tepat dan tidak memberikan sifat yang diinginkan.

Ada berbagai metode pembuatan tepung prigelatinisasi. Tepung prigelatinisasi dapat dibuat dengan teknik pengukusan bertekanan tinggi (Khomsatin, *et al.*, 2012), dan juga menggunakan teknik perebusan (Palupi, *et al.*, 2011). Pada teknik pengukusan bertekanan tinggi, tepung prigelatinisasi dibuat dengan memberikan perlakuan pengukusan bertekanan tinggi (suhu 121 °C atau tekanan 1,3 bar) dalam jangka waktu 10 – 60 menit. Setelah pengukusan tepung kembali dikeringkan. Perlakuan ini mampu mengubah profil gelatinisasi tepung jagung yang semula tergolong tipe B menjadi tipe C. Pada teknik perebusan, tepung prigelatinisasi dibuat dengan cara merebus bahan tepung pada suhu 80 – 100 °C selama 10 menit. Setelah perebusan bahan dikeringkan dan dihancurkan hingga diperoleh tepung prigelatinisasi. Perlakuan ini memberikan pengaruh nyata pada kadar amilosa, derajat putih dan sifat amilografi tepung singkong.

Hidayat, *et al.* (2009) melaporkan, tepung ubi kayu prigelatinisasi memiliki karakteristik berbeda dengan tepung ubi kayu tanpa prigelatinisasi. Tepung ubi kayu prigelatinisasi memiliki suhu gelatinisasi, viskositas maksimum, derajat putih, daya serap air, kelarutan, dan kadar amilosa lebih tinggi dibandingkan dengan tepung tanpa prigelatinisasi. Peningkatan kandungan amilosa berkaitan dengan peningkatan daya serap air tepung (Kearsley dan Dziedzic, 1995). Semakin tinggi kandungan amilosa dari tepung maka semakin tinggi pula daya serap airnya. Pati prigelatinisasi bersifat instan, dimana dapat larut dalam air dingin (*cold water soluble*). Di samping itu, pati prigelatinisasi memiliki viskositas yang lebih rendah dibanding pati yang tidak diprigelatinisasi (Juheini, *et al.*, 2004). Suhu gelatinasi merupakan suhu dimana granula pati tersebut mengalami gelatinasi sangat cepat, maka tidak semua granula dalam sampel pati mengalami gelatinasi pada suhu yang sama, hal ini mencerminkan adanya perbedaan gaya ikat internal dalam tiap-tiap granul. Maka dari itu dengan adanya perbedaan suhu pembuatan prigelatinisasi dapat mengetahui kemampuan amilosa dan amilopektin dalam amilum tersebut (Varro, *et al.*, 1976).

2.5 Sifat Fungsional Pati

2.5.1 Daya Kembang (*Swelling Power*)

Swelling power (daya kembang) merupakan kenaikan volume dan berat maksimum pati selama mengalami pengembangan di dalam air. *Swelling power* menunjukkan kemampuan pati untuk mengembang, semakin tinggi *Swelling power* berarti semakin tinggi pula kemampuan pati mengembang didalam air. Nilai *swelling power* perlu diketahui untuk memperkirakan ukuran atau volume wadah yang digunakan dalam proses produksi sehingga jika pati mengalami *swelling*, wadah yang digunakan masih bisa menampung pati tersebut (Suriani, 2008). *Swelling* terjadi pada daerah amorf granula pati. Ikatan hidrogen yang lemah antar molekul pati pada daerah amorf akan terputus saat pemanasan, sehingga terjadi hidrasi air oleh granula pati. Granula pati akan terus mengembang, sehingga viskositas meningkat hingga volume hidrasi maksimum yang dapat dicapai oleh granula pati (Swinkels, 1985). Penelitian yang dilakukan Purnamasari *et al.* (2010) menyatakan bahwa terkait dengan kemudahan molekul air untuk berinteraksi dengan molekul dalam granula pati dan menggantikan interaksi hidrogen antar molekul sehingga granula akan lebih mudah menyerap air dan mempunyai pengembangan yang tinggi. Adanya pengembangan tersebut akan menekan granula dari dalam sehingga granula akan pecah dan molekul pati terutama amilosa akan keluar.

Menurut Kaur, *et al.* (2014), *swelling power* atau pembengkakan granula pati menunjukkan kapasitas menahan air yang umumnya digunakan untuk menunjukkan perbedaan antara berbagai jenis pati. Pada penelitiannya, nilai *swelling power* pati termodifikasi secara asam lebih rendah jika dibandingkan dengan pati alami. Hal tersebut dikarenakan adanya peningkatan proporsi dekstrin terlarut yang tinggi, pada granula pati yang panjang rantai nya kecil dan medium. Pati dengan *swelling power* tinggi memiliki daya cerna yang tinggi dan menunjukkan kemampuan pati untuk memperbaiki sifat-sifat makanan dan penggunaan pati dalam berbagai aplikasi makanan. Pati yang memiliki *swelling power* tinggi akan baik digunakan untuk produk *bakery* yang membutuhkan

pengembangan besar, sedangkan tepung dengan *swelling power* rendah cocok digunakan sebagai bahan baku produk yang tidak membutuhkan pengembangan terlalu besar, contohnya mie.

2.5.2 Kelarutan

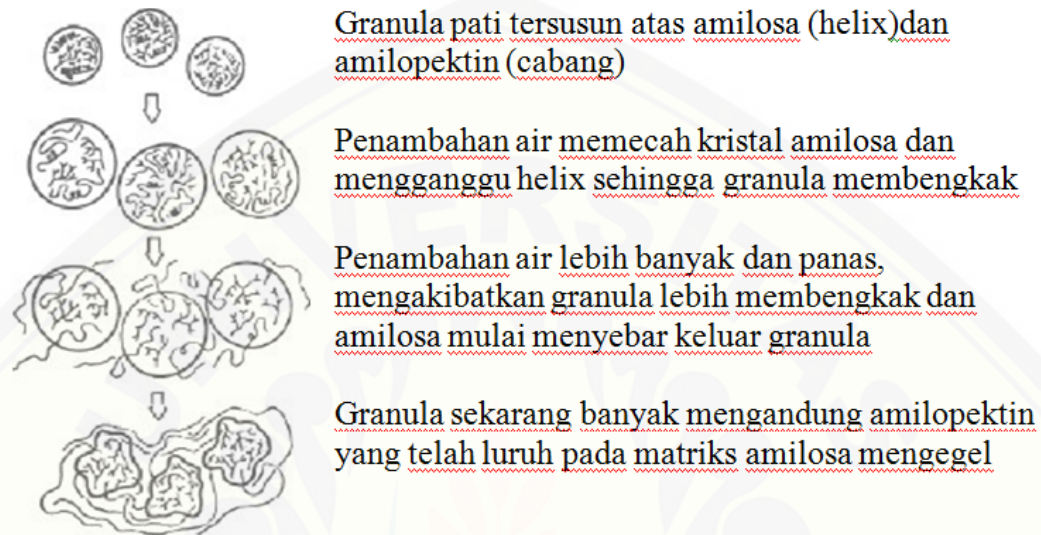
Kelarutan pada pati terjadi disebabkan adanya ikatan non-kovalen antara molekul-molekul pati. Saat pemanasan pati terjadi hidrasi air oleh granula pati, ketika molekul pati sudah benar-benar terhidrasi, molekul-molekulnya mulai menyebar ke media yang ada di luarnya dan yang pertama keluar adalah molekul-molekul amilosa yang memiliki rantai pendek. Semakin tinggi suhu maka semakin banyak molekul pati yang akan keluar dari granula pati. Selain itu, Mulyandari (1992) juga melaporkan selama pemanasan akan terjadi pemecahan granula pati, sehingga pati dengan kadar amilosa lebih tinggi, granulanya akan lebih banyak mengeluarkan amilosa.

Menurut Pomeranz (1991) menyatakan bahwa, Kelarutan pati semakin tinggi dengan meningkatnya suhu, serta kecepatan peningkatan kelarutan adalah khas untuk tiap pati. Semakin tinggi suhu pemanasan menyebabkan terjadinya degradasi dari pati sehingga rantai pati tereduksi dan cenderung lebih pendek akan meningkatkan sifat hidrofilik pati. Peningkatan kelarutan selalu diikuti oleh peningkatan viskositas pati. Hal ini disebabkan karena peningkatan jumlah gugus hidroksil yang menyebabkan kelarutan dalam air meningkat dan mengakibatkan air yang sebelumnya bebas bergerak diluar granula menjadi terperangkap dan tidak dapat bergerak bebas lagi.

2.5.3 Gelatinisasi

Gelatinisasi pati adalah *phenomen* yang kompleks yang terjadi di dalam struktur kristalin dari granula pati yang hilang karena pemanasan dan kehadiran air (Batey and Curtin, 2000). Gelatinisasi merupakan suatu proses dimana granula pati *irreversibel* kehilangan molekulnya yang disebut *birefringence*, sebagai hasil dari serangkaian peristiwa ketika granula pati yang dipanaskan pada air yang berlebihan. Proses gelatinisasi diawali dengan membengkaknya butiran sebagai akibat dari ikatan hidrogen pada bagian amorf terganggu. Selanjutnya, air yang bertindak sebagai *plasticizer* diserap dan hidrasi yang berlebih serta pembengkakan terjadi di

daerah amorf seiring dengan meningkatnya suhu yang menyebabkan kristal pecah dan kemudian mengalami hidrasi dan mencair. Terakhir, molekul primer terutama amilosa meluruh dari butiran dan meningkatkan viskositas (Manaois, 2009). Berikut merupakan proses gelatinisasi yang dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5. Proses gelatinisasi (Harper, 1981)

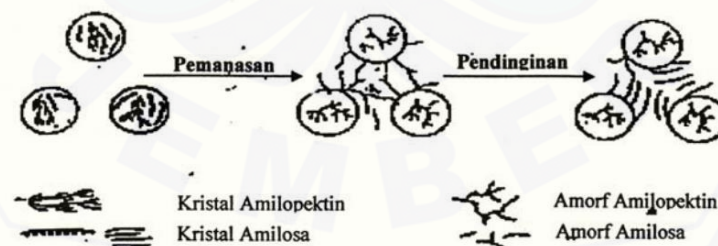
Apabila suspensi pati dalam air dipanaskan, air akan menembus lapisan luar granula dan granula ini mulai menggelembung. Hal tersebut terjadi saat temperatur meningkat dari 60-85°C. Granula-granula dapat menggelembung hingga volumenya lima kali lipat volume semula. Ketika ukuran granula pati membesar, campurannya menjadi kental. Pada suhu kira-kira 85°C granula pati pecah dan isinya terdispersi merata ke seluruh air di sekelilingnya. Molekul berantai panjang mulai membuka atau terurai dan campuran pati atau air menjadi semakin kental dan membentuk sol. Pada pendinginan, jika perbandingan pati dan air cukup besar, molekul pati membentuk jaringan dengan molekul air terkurung di dalamnya sehingga membentuk gel. Keseluruhan proses tersebut yang dinamakan gelatinisasi (Gaman dan Sherrington, 1992).

Suhu gelatinisasi pati adalah suhu di mana pati membentuk gel benar-benar transparan. suhu dan waktu gelatinisasi dipengaruhi oleh struktur amilopektin, komposisi pati dan arsitektur granula. Suhu gelatinisasi disamping tergantung

ukuran granula juga berkaitan erat dengan kandungan amilosa (Murtiningrum *et al.*, 2012). Selain granula pati, kandungan amilosa, dan komponen protein juga mempengaruhi suhu gelatinisasi. Kisaran gelatinisasi tergantung pada perbedaan tingkat heterogenitas kristal dan granula pati (Gunaratne dan Hoover, 2002).

2.5.4 Retogradasi dan Sineresis Pati

Retogradasi adalah proses kristalisasi kembali pati yang telah mengalami gelatinisasi (Winarno, 2004). Gel pati yang didiamkan lama, maka akan terjadi perluasan kristal sehingga mengakibatkan pengkerutan struktur gel, yang biasanya diikuti dengan keluarnya air dari gel. Pembentukan kembali struktur kristal itu disebut retogradasi. Sedangkan keluarnya air dari gel disebut sineresis (Winarno, 1997). Pati yang mengalami gelatinisasi terdiri dari granula-granula yang membengkak tersuspensi dalam air panas dan molekul-molekul amilosa yang terdispersi pada keadaan panas. Apabila dalam keadaan dingin, energi kinetik tidak cukup tinggi untuk melawan molekul-molekul amilosa untuk bersatu kembali dan berikatan dengan cabang amilopektin pada sisi bagian granula. Granula-granula pati dapat digabungkan menjadi semacam jaring-jaring membentuk mikrokrystal dan mengendap. Berikut adalah gambaran (Gambar 2.6) terjadinya proses gelatinisasi kemudian retrogradasi. Pada saat dipanaskan granula mula-mula membengkak lalu pecah akibat sudah tidak dapat menampung air yang ada di sekitar granula.



Gambar 2.6. Perubahan granula pati selama pemanasan dan pendinginan

(Whistler *et al.*, 1984).

Menurut BeMiller dan Whistler (1996), retrogradasi mengacu pada proses yang menyebabkan gel pati menjadi kurang larut selama pendinginan akibat dari rekristalisasi molekul pati. Retrogradasi terjadi ketika amilosa yang luluh dari granula pati selama gelatinisasi berinteraksi dengan rantai amilopektin dari granula

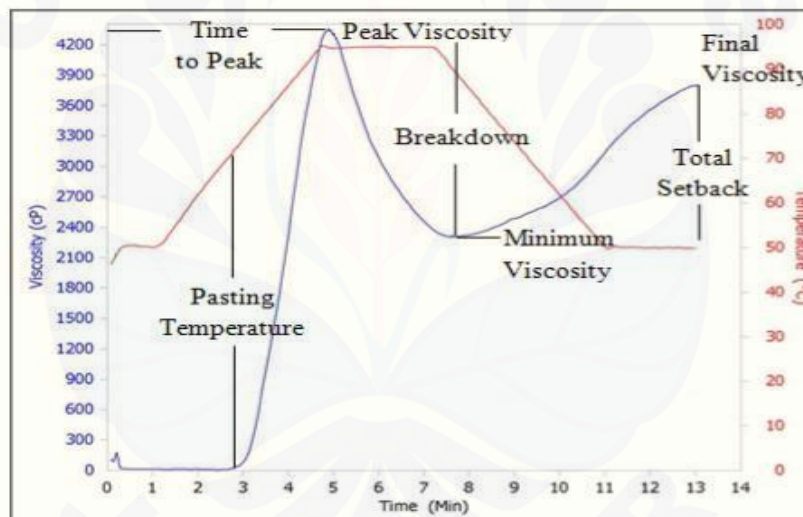
pati yang membengkak membentuk struktur yang kaku (Kurakake *et al.*, 2001). Amilosa mengalami kristalisasi yang cepat secepat pendinginan yang terjadi sehingga proses retrogradasi bergantung pada kandungan amilosa, jumlah dalam bentuk bebas dan terkomplekskan dengan lipid yang ada pada sampel. Di sisi lain, rekristalisasi amilopektin bergantung pada panjang rantai amilopektin (Philpot *et al.*, 2006).

Retrogradasi mengakibatkan perubahan sifat-sifat gel pati diantaranya meningkatkan ketahanan pati terhadap hidrolisa oleh enzim amilolitik, menurunkan kemampuan melalukan cahaya (transmisi) dan kehilangan kemampuan untuk membentuk kompleks berwarna biru dan iodine. Faktor-faktor yang mendukung terjadinya retrogradasi adalah temperatur yang rendah, pH netral dan derajat polimerisasi yang relatif rendah, tidak adanya percabangan ikatan dari molekul, konsentrasi amilosa yang tinggi, adanya ion-ion organik tertentu dan tidak ada senyawa pembersih (*surface active agent*).

Retrogradasi yang diakibatkan oleh amilosa terjadi pada konsentrasi pati yang rendah (Orford *et al.*, 1987) dan menghasilkan bahan yang sangat tahan terhadap hidrolisis enzimatik. Rekristalisasi dan retrogradasi dari amilopektin dominan pada konsentrasi yang lebih tinggi dari padatan (Orford *et al.*, 1987) dan polimer yang terbentuk lebih longgar dibanding retrogradasi amilosa (Englyst, 1989) dan karenanya sangat rentan terhadap amilolisis. Secara umum, nilai viskositas balik (*setback*) menunjukkan kecenderungan retrogradasi (Medikasari *et al.*, 2009). Menurut Be miller dan Huber (2007), selama proses pemanasan terjadi pemecahan granula sehingga jumlah amilosa yang keluar dari granula semakin banyak sehingga kecenderungan untuk terjadinya retrogradasi meningkat selama pendinginan. Pati dengan kecenderungan retrogradasi rendah mengindikasikan kemampuan untuk mempertahankan tekstur selama penyimpanan (Tan *et al.*, 2001 disitasi oleh Copeland *et al.*, 2009). Peningkatan viskositas balik selama pendinginan mengindikasikan kecenderungan berbagai komponen di dalam pasta panas (granula yang membengkak dalam bentuk utuh atau fragmen, dispersi koloid ataupun molekul-molekul terlarut) untuk berhubungan atau mengalami retrogradasi (Adebowale *et al.*, 2009).

2.5.5 Pemastaan (*Pasting Properties*)

Sifat amilograf berkaitan dengan pengukuran viskositas pati dengan konsentrasi tertentu selama pemanasan dan pengadukan (Singh *et al.*, 2006). Pemanasan secara terus-menerus pada air yang berlebih dengan adanya pengadukan menyebabkan granula membengkak, amilosa meluluh lebih banyak, dan granula pecah yang mengakibatkan bahan menjadi kental yang disebut pemastaan. Pemastaan terjadi serentak setelah gelatinisasi. Sifat ini penting untuk menjadi indikator bagaimana perilaku pati (perubahan pada pati) selama pengolahan dan pengukuran menggunakan *Rapid Visco Analyzer* (RVA) (BeMiller, 2007). Kriteria yang dapat diamati adalah Suhu Awal Gelatinisasi, Viskositas Puncak, Viskositas Pasta Panas, Viskositas *Breakdown*, Viskositas Pasta Dingin dan Viskositas *Setback*. Pengaturan suhu RVA dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Pengaturan Suhu RVA (Manois , 2001)

Suhu awal gelatinisasi atau *pasting temperature* (PT) adalah suhu pada saat mulai terbentuknya viskositas dan menandakan pati mulai menyerap air (Takahashi *et al.*, 2005). Menurut Adebowale dan Lawal (2003), pada awalnya, pemanasan suspensi pati mengakibatkan pembengkakan granula pati. Dengan berlanjutnya pemanasan, peningkatan viskositas dapat diamati yang mencerminkan proses pemastaan. Viskositas tersebut terus meningkat seiring dengan meningkatnya suhu pemanasan hingga tingkat pembengkakan granula sama dengan tingkat hancurnya granula yang disebut dengan viskositas puncak (PV). PV mencerminkan tingkat

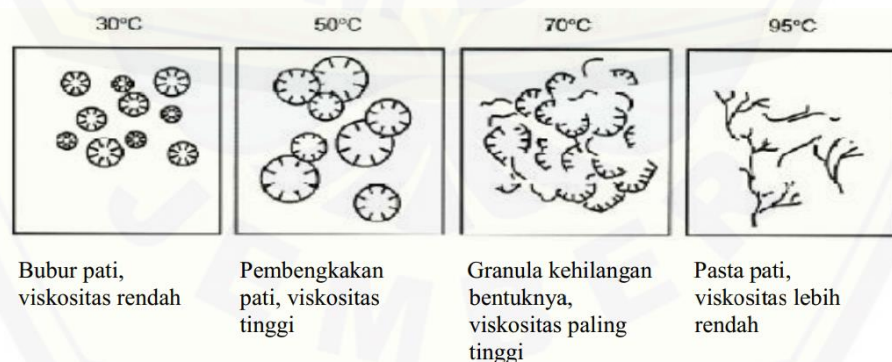
bengkak atau kapasitas pati untuk mengikat air dan korelasi dengan kualitas akhir produk sejak granula membengkak dan runtuh yang berhubungan dengan tekstur pemasakan pati.

Viskositas puncak menunjukkan kondisi awal granula pati tergelatinisasi atau mencapai pengembangan maksimum hingga selanjutnya akan pecah. Viskositas puncak mengindikasikan kapasitas pengikatan air dan memiliki korelasi positif dengan kualitas produk akhir yaitu pengembangan dan jumlah polimer yang lepas (Newport Scientifi 1998 dalam Beta Corke 2011). Beberapa faktor yang mempengaruhi adalah kadar dan rasio amilosa dan amilopektin, berat molekul, konformasi inolekuler, derajat polimerisasi amilosa dan amilopektin, serta jumlah percabangan amilopektin maupun keberadaan komponen miror, juga ukuran granula (Melo *et al.*, 2003). Pati yang memiliki kemampuan penyerapan air yang tinggi akan mengalami pembengkakan yang tinggi pula yang berakibat padat tingginya viskositas puncak pasta. Pembengkakan granula pati yang berlebihan akan diikuti dengan peluruhan molekul amilosa dari dalam granula sebagai akibat ketidakmampuannya menahan tekanan (Wulansari, 2010).

Breakdown adalah pengukuran kondisi dimana granula pati yang membengkak mulai mereda dan menjadikannya stabil selama proses pemasakan (Adebowale dan Lawal, 2003). Peningkatan nilai viskositas *breakdown* menunjukkan bahwa pati tidak tahan terhadap pemanasan dan pengadukan (Budijanto dan Yuliyanti, 2012). *Breakdown* atau penurunan viskositas selama pemanasan menunjukkan kestabilan pasta selama pemanasan, dimana semakin rendah *breakdown* maka pasta yang terbentuk akan semakin stabil terhadap panas. *Viskositas minimum* (MV) disebut juga viskositas pasta panas yang memegang kekuatan, dan menjadi tanda berakhirnya tahap *holding* pada suhu maksimum pada RVA. *Minimum viscosity* disebut juga dengan viskositas panas, yaitu viskositas bahan setelah pemanasan selama 95°C selama 5 menit. Parameter viskositas pasta panas dan *breakdown* terkait satu sama lain karena *breakdown* merupakan selisih antara viskositas puncak dengan viskositas pasta panas. Penurunan viskositas pasta panas umumnya diikuti dengan peningkatan *breakdown*. Namun demikian, pada kondisi tertentu penurunan viskositas pasta panas tidak selalu diiringi dengan

peningkatan *breakdown*. Apabila viskositas pasta panas dan viskositas puncak menurun secara proporsional maka *breakdown* akan cenderung tetap (Marta, 2011).

Final viscosity atau viskositas akhir adalah viskositas setelah dilakukan pendinginan pada suhu 50°C selama 2 menit. Menurut Budijanto dan Yuliyanti (2012), viskositas akhir merupakan parameter yang menunjukkan kemampuan pati untuk membentuk pasta kental atau gel setelah proses pemanasan dan pendinginan serta ketahanan pasta terhadap gaya geser yang terjadi selama pengadukan. *Setback* atau perubahan viskositas selama pendinginan merupakan pengukuran rekristalisasi dari pati tergelatinisasi selama pendinginan (Beta dan Corke 2011). Tingginya nilai *setback* menandakan tingginya kecenderungan untuk terjadinya retrogradasi. *Setback* atau perubahan viskositas selama pendinginan diperoleh dari selisih antara viskositas pasta dingin dengan viskositas pasta panas. Semakin tinggi nilai *setback* maka menunjukkan semakin tinggi pula kecenderungan untuk membentuk gel (meningkatkan viskositas) selama pendinginan. Tingginya nilai *setback* menandakan tingginya kecenderungan untuk terjadinya retrogradasi. (Marta, 2011). Tahap pendinginan dan naiknya viskositas kembali (*setback*) disebabkan oleh retrogradasi pati terutama amilosa. *Setback* merupakan indikator tekstur produk akhir dan terkait dengan sineresis selama siklus beku-cair (Batey, 2007). *Setback* merupakan parameter yang dipakai untuk melihat kecenderungan retrogradasi maupun sineresis dari suatu pasta (Budijanto dan Yuliyanti, 2012). Oleh karena itu, bentuk dan ukuran pati selama pemasakan berbeda-beda dipengaruhi oleh konsentrasi, suhu, pH dan pengadukan. Berikut merupakan gambar bentuk dan ukuran pati selama pemasakan yang berbeda-beda dipengaruhi oleh konsentrasi, suhu, pH dan pengadukan (Gambar 2.8).

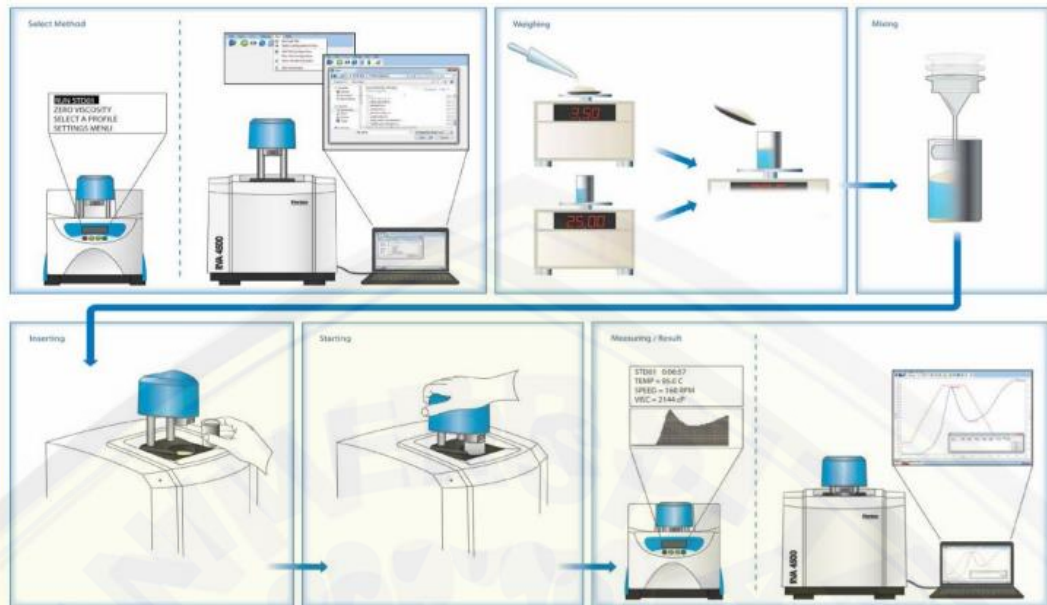


Gambar 2.8. Granula pati selama pemasakan (BeMiller, 2007)

2.6 *Rapid Visco Analyzer (RVA)*

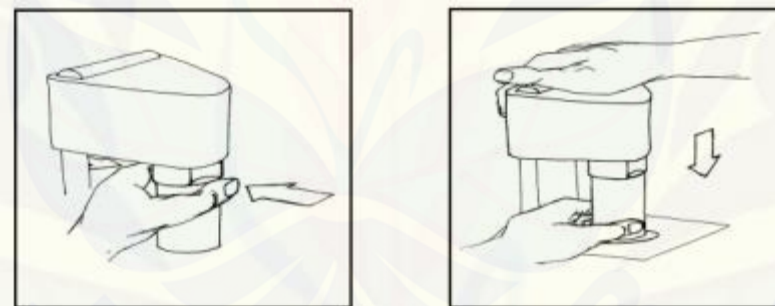
Rapid Visco Analyzer (RVA) adalah alat untuk menentukan viskositas, suhu dan waktu puncak terjadinya gelatinisasi. RVA adalah viskometer rotasi yang menggabungkan pemanasan variabel, pendinginan dan kemampuan geser. Alat ini sangat cocok untuk berbagai aplikasi yang memerlukan informasi yang akurat viskositas, seperti pengujian berbasis produk pati untuk kontrol kualitas (Putri, 2015). Pada RVA yang dapat diukur antara lain: *pasting temperature (PT)*, *peak viscosity (PV)*, *minimum viscosity (MV)*, *final viscosity (FV)*, dan *time to peak (PTime)*. *Total setback (TSB)*, *breakdown (BD)* dan *setback* dihitung dari perbedaan FV dan MV, PV dan MV, dan antara FV dan PV masing-masing (An, 2005).

Mekanisme kerja RVA yaitu: pemilihan metode, penimbangan, pencampuran, penyisipan sampel, penekanan *tower*, proses pengadukan dan munculnya data (Gambar 2.9). Langkah awal yaitu memilih metode yang akan digunakan sesuai dengan yang diinginkan. Selain itu RVA juga diatur nilai kadar air, kecepatan putar, suhu dan lain sebagainya sesuai dengan yang akan dilakukan. Setelah itu dilakukan penimbangan sampel dan pelarut yang akan dilakukan pengujian kemudian dicampurkan hingga homogen. Selanjutnya memasang *canister* dengan *paddle* kemudian mengaitkannya pada *paddle coupling* yang ada pada *tower*. Setelah itu menekan *tower* ke bawah yang menandakan proses dimulai yang ditandai dengan berputarnya *canister* (Gambar 2.11). Setelah proses pengukuran selesai, *tower* akan kembali ke posisi semula dan data dalam bentuk grafik akan muncul pada layar monitor (Putri, 2015).



Gambar 2.9. Mekanisme Kerja *Rapid Visco Analyzer* (RVA) (Putri, 2015)

Berikut merupakan gambar *tower* beserta *paddle coupling* yang terdapat pada RVA:



Gambar 2.10. Proses *Inserting* Sampel Pada *Paddle Coupling* (Putri, 2015)

Pada pengukuran menggunakan RVA, terdapat beberapa fase yang dapat dibaca yang dapat dilihat pada kurva di atas. Fase pertama yaitu dimana suhu masih berada di bawah suhu gelatinisasi pati, sehingga viskositas yang terukur rendah. Pada fase kedua, suhu meningkat secara perlahan sampai menuju suhu gelatinisasi pati, yaitu suhu dimana granula pati mulai membengkak dan viskositas meningkat. Peningkatan suhu dan viskositas tersebut dikenal dengan istilah suhu puncak dan viskositas puncak (*peak viscosity*). Ketika sebagian granula pati membengkak,

terjadi peningkatan yang cepat pada viskositas. Fase ketiga, saat temperatur tetap meningkat dan pengadukan terus dilakukan (*holding*), granula pati akan pecah dan amilosa keluar dari granula ke cairan, yang menyebabkan viskositas menurun. Pada fase keempat, campuran kemudian didinginkan, yang menyebabkan asosiasi kembali antara molekul-molekul pati (*setback*), sehingga terbentuklah gel dan viskositas kembali meningkat hingga mencapai viskositas akhir (Immaningsih, 2012).



BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Rekayasa Pengolahan Hasil Pertanian, Laboratorium Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian, dan Laboratorium *Center for Development Advance Science and Technology* (CDAST) Universitas Jember. Waktu Penelitian dimulai pada bulan April 2019 – Januari 2020.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah MOCAF (*Modified Cassava Flour*) yang didapatkan dari Solo Jawa Tengah. Bahan-bahan kimia yang digunakan adalah aquadest.

3.2.2 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan meliputi, *Glassware*, neraca analitik (Ohaus), *waterbath*, *strirer*, *hot plate* (Merk Ika Tipe Hs-7), *thermometer*, ayakan 80 mesh dan 100 mesh, oven, blender (Phillips), sentrifuse (HERMLE Z 206 A), vorteks (Maxi Max 1 Type 16700 Mixer), *colour reader* (MINOLTA CR-10), *refrigerator*, *freezer*, tabung sentrifugasi, dan *Rapid Visco Analyze* (Merk Techmaster).

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Rancangan percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan menggunakan dua faktor yaitu faktor A (Konsentrasi Substrat Tepung), dan faktor B (Suhu Pemanasan). Percobaan ini akan dilakukan dengan tiga kali ulangan. Dari dua faktor tersebut tersebut diperoleh kombinasi perlakuan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Rancangan Penelitian

Variasi Konsentrasi	Suhu Pemanasan		
	T1 (50°C)	T2 (60°C)	T3 (70°C)
K1 (20%)	K1T1	K1T2	K1T3
K2 (30%)	K2T1	K2T2	K2T3
K3 (40%)	K3T1	K3T2	K3T3

Keterangan:

Kontrol: Tepung MOCAF tanpa perlakuan

K1T1 : Konsentrasi 20% , Suhu Pemanasan 50°C

K1T2 : Konsentrasi 20% , Suhu Pemanasan 60°C

K1T3 : Konsentrasi 20% , Suhu Pemanasan 70°C

K2T1 : Konsentrasi 30% , Suhu Pemanasan 50°C

K2T2 : Konsentrasi 30% , Suhu Pemanasan 60°C

K2T3 : Konsentrasi 30% , Suhu Pemanasan 70°C

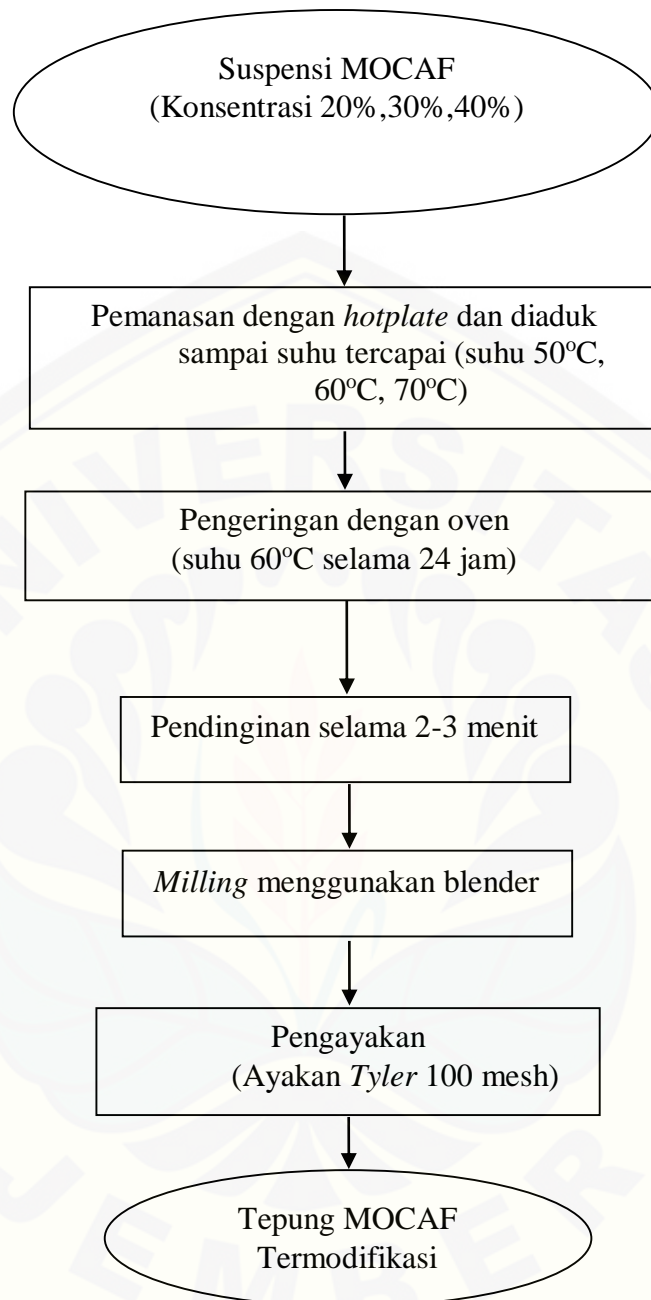
K3T1 : Konsentrasi 40% , Suhu Pemanasan 50°C

K3T2 : Konsentrasi 40% , Suhu Pemanasan 60°C

K3T3 : Konsentrasi 40% , Suhu Pemanasan 70°C

3.3.2 Modifikasi MOCAF (*Modified Cassava Flour*) Prigelatinisasi Parsial

Tepung MOCAF termodifikasi dibuat mengacu pada penelitian Surfiana *et al.* (2013) dengan tahapan proses sebagai berikut : Proses gelatinisasi dilakukan dengan cara membuat suspensi tepung (diperoleh konsentrasi 20%, 30%, dan 40%) dan pemanasan suspensi tepung (menggunakan *hotplate* dengan cara diaduk terus menerus hingga suhu yang diinginkan tercapai (50°C, 60°C dan 70°C) dan kemudian didinginkan. Percobaan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Selanjutnya dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60°C selama 24 jam. Setelah itu dilakukan penghancuran dan pengayakan menggunakan ayakan Tyler 100 mesh. Alur pelaksanaan penelitian diatas dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Skema Kerja MOCAF Termodifikasi

3.4 Parameter Pengamatan

Karakteristik yang diamati pada MOCAF termodifikasi secara enzimatis adalah *Swelling Power* (Kaur *et al.*, 2011); Kelarutan (Kaur *et al.*, 2011); Kapasitas penyerapan air (Subagio, 2006); Derajat putih (Mawarni dan Widjanarko, 2015); *Freeze thaw stability* (Chen, 2003) dan Sifat Amilografi menggunakan alat *Rapid Visco Analyzer* (RVA) (RVA manual book, 1994).

3.5 Prosedur Analisis

3.5.1 Sifat Fungsional

a. *Swelling Power* (Kaur *et al.*, 2011)

Swelling Power menggunakan metode Kaur *et al.* (2011) yang dimodifikasi. Sampel pati termodifikasi sebanyak 0,1 g dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian ditambahkan 10 ml air destilat dan dicampur hingga homogen. Suspensi kemudian dipanaskan dalam water bath pada temperatur 60°C selama 30 menit. Selanjutnya suspensi didinginkan, kemudian supernatan dipisahkan dari larutannya dengan cara disentrifuge dengan kecepatan 2500 rpm selama 15 menit, setelah itu didekantasi. Kemudian pastinya diambil dan ditimbang beratnya. *Swelling power* dihitung berdasarkan persamaan di bawah ini.

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

b. Kelarutan (Kaur *et al.*, 2011)

Kelarutan menggunakan metode Kaur *et al.* (2011) yang dimodifikasi. Sampel pati termodifikasi sebanyak 0,1 g dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian ditambahkan 10 ml air destilat dan dicampur hingga homogen. Suspensi kemudian dipanaskan dalam *water bath* pada temperatur 60°C selama 30 menit. Selanjutnya suspensi didinginkan, kemudian supernatan dipisahkan dari larutannya dengan cara disentrifuge dengan kecepatan 2500 rpm selama 15 menit. Kemudian supernatan didekantasi dan dikeringkan pada oven sampai 105°C sampai beratnya konstan. Kelarutan dapat dihitung berdasarkan persamaan di bawah ini:

$$\text{Kelarutan (\%)} = \frac{\text{berat padatan terlarut disupernatan (g)}}{\text{berat sampel kering (g)}} \times 100$$

c. *Water Holding Capacity (WHC)* (Subagio, 2006)

Water Holding Capacity (WHC) menggunakan metode dari Subagio (2006). Sebanyak 1 gram sampel ditambah dengan 5 mL aquades, kemudian dilakukan pengocokan menggunakan *vortex* pada suhu ruang selama 1 menit hingga homogen. Selanjutnya suspensi tersebut disentrifus dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit dan dilakukan pemisahan supernatan. Supernatan tersebut dituang, kemudian endapan yang tertinggal beserta tabung ditimbang (c gram). Perhitungan nilai *water holding capacity* menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{WHC (\%)} = \frac{(c - a) - b}{b} \times 100$$

Keterangan : a = berat tabung kosong

b = berat sampel

c = berat air yang terakumulasi dalam sampel

d. Derajat Putih metode *Colour reader* (Gaurav, 2003)

Penentuan derajat putih dilakukan berdasarkan metode *colour reader*. Sebelum digunakan, *colour reader* dikalibrasi dengan standar. Pengukuran dilakukan 5 kali ulangan pada masing-masing sampel dengan lima titik yang berbeda. Sejumlah tepung diletakkan dalam cawan, kemudian menarget sampel di lima titik untuk mengetahui nilai dL, da, dan db. Nilai L, a, dan b sampel ditentukan dengan menambah nilai dL, da, dan db terukur dengan nilai L, a dan b standar. Nilai derajat putih (*whiteness*) diketahui dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$W = 100 - \{(100-L)^2 + a^2 + b^2\}^{0,5}$$

$$L = 94,35 + dL$$

$$a^* = -5,75 + da$$

$$b^* = 6,51 + db$$

L = kecerahan warna, berkisar antara 0-100 menunjukkan warna hitam hingga putih

a* = nilai berkisar antara -80 – (+100) menunjukkan warna biru hingga merah

b* = nilai berkisar antara -50 – (+70) menunjukkan warna bitu hingga kuning
W = derajat putih

e. Sineresis *Freeze thaw stability* (Chen, 2003)

Metode yang digunakan yaitu dengan cara *freeze-thaw*. Diawali dengan membuat suspensi sampel dengan konsentrasi 5%, kemudian dipanaskan pada suhu 90°C selama 30 menit. Setelah itu, sampel didinginkan pada suhu ruang selama 30 menit dan kemudian disimpan pada suhu 4°C selama 16 jam. Selanjutnya dibekukan pada suhu -16°C selama 24 jam dan dicairkan pada suhu 25°C selama 4 jam. Air yang keluar kemudian ditimbang. Setelah itu, sampel dibekukan kembali dengan kondisi yang sama hingga lima kali. Perhitungan nilai sineresis digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Sineresis (g/g)} = \frac{\text{berat air yang keluar (g)}}{\text{berat pasta mula - mula (g)}}$$

3.5.2 Analisis Sifat Amilograf dengan *Rapid Visco Analyzer* (RVA manual book, 1994)

Sampel yang telah diperlakukan sesuai dengan rancangan percobaan kemudian dianalisis dengan menggunakan *Rapid Visco Analyzer* (RVA). Proses persiapan sampel dan analisis akan dijelaskan sebagai berikut: Sampel sebanyak 3 g dilarutkan dalam 25 ml aquades dan diaduk hingga homogen, kemudian dilakukan siklus pemanasan dan pendinginan dengan pengadukkan konstan. Pengukuran sifat amilograf dengan RVA menggunakan suhu 50-95 °C, kecepatan pengadukan 160 rpm selama 13 menit. Sampel pada menit ke-0 dipanaskan suhu 50 °C dengan kecepatan putaran 960 rpm dan kemudian dipertahankan selama 10 detik. Selanjutnya kecepatan putaran diturunkan menjadi 160 rpm hingga akhir proses. Pada waktu ke 4 menit 42 detik suhu dinaikkan menjadi 95 °C sampai menit ke 11. Kemudian suhu diturunkan kembali menjadi 50 °C dan dipertahankan selama 2 menit. Pengaturan suhu dan kecepatan putar ditetapkan dan disamakan pada semua sampel yang akan dianalisis. Kurva pada RVA dapat dilihat pada gambar 3.2.

	Time (hh:mm:ss)	Function Type	Value
▶	00:00:00	Temp	50
	00:00:00	Speed	960
	00:00:10	Speed	160
	00:01:00	Temp	50
	00:04:42	Temp	95
	00:07:12	Temp	95
	00:11:00	Temp	50
	00:13:00	End	

Gambar 3.2 Pengaturan Suhu dan Pengadukan RVA

3.6 Analisis Data

Data hasil penelitian yang diperoleh meliputi sifat fungsional dan sifat amilograf. Data yang diperoleh dianalisis dengan SPSS menggunakan ANOVA, jika ada beda nyata maka dilanjutkan dengan uji beda nyata menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf signifikansi 0,05 %. Berdasarkan analisa data tersebut dapat dilakukan penarikan kesimpulan.

BAB 5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data dan pembahasan yang sudah dipaparkan, maka kesimpulan yang dapat diambil yaitu:

1. Modifikasi MOCAF dengan prigelatinisasi parsial pada perlakuan suhu berpengaruh signifikan terhadap uji derajat putih, daya kembang (*swelling power*), kelarutan dan *water holding capacity* (WHC). Modifikasi MOCAF dengan prigelatinisasi parsial pada perlakuan konsentrasi substrat tepung berpengaruh signifikan terhadap uji derajat putih, daya kembang (*swelling power*), kelarutan dan *water holding capacity* (WHC), sedangkan untuk semua perlakuan tidak berpengaruh signifikan terhadap uji sineresis.
2. Sifat Amilograf pada MOCAF termodifikasi pada perlakuan K3T3 memiliki nilai MV, FV, dan SB tertinggi dan PV dan BD terendah. Sedangkan nilai PV dan BD tertinggi pada perlakuan K1T1. Nilai FV terendah pada perlakuan K1T3 dan nilai BD terendah pada perlakuan K2T1. Tepung MOCAF termodifikasi cocok untuk produk yang memiliki proses pemanasan suhu tinggi, suhu rendah dan pengadukan pada proses pengolahannya.

5.2 Saran

Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan uji untuk mengetahui sifat kimia seperti uji kadar amilosa-amilopektin dan SEM. Selain itu perlu dilakukan pengaplikasian dalam bentuk produk pangan guna untuk mengetahui perbedaan karakteristik dalam rangka mendukung teori yang sudah ada.

DAFTAR PUSTAKA

- Adebowale, K.O., Lawal, O.S. 2003. Microstructure, Physicochemical Properties And Retrogradation Behaviour Of Mucuna Bean (*Mucuna Pruriens*) Starch On Heat Moisture Treatments. *Food Hydrocolloids* 17 (3): 265-272
- Adebowale, K. O., B.I. Olu-Owolabi, O.O Olayinka and O.S. Lawal. 2005. Effect of Heat Moisture Treatment and Annealing On Physicochemical Properties of Red Sorghum Starch. *African Jurnal Of Biotechnol.* 4(9) : 928-933.
- An. H. Y. 2005. *Effects of Ozonation and Addition of Amino acids on Properties of Rice Starches*. A Dissertation Submitted to the Graduate 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.
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. SNI 7622: 2011 Tepung Mocaf.
- Baharuddin, T. 2006. Penggunaan Maltodekstrin pada Yoghurt Bubuk Ditinjau dari Uji Kadar Air Keasaman, pH, Rendemen, Reabsorpsi Uap Air, Kemampuan Keterbatasan, dan Sifat Kedispersian (Skripsi-Universitas Brawijaya).(<http://penggunaan-maltodekstrin-padayoghurt> ditinjaudari-uji kadarair-keasaman-pH,-rendemen,-reabsorpsi-uapair,kemampuanketerbata dan-sifat-kedispersian.pdf, diakses 10 April 2020)
- Baks, T., Ngene, I.S., Soest, J., Janssen A. dan Boom, R.M. 2007. Comparison of Methods to Determine the Degree of Gelatinisation for Both High and Low Starch Concentrations. *Carbohydrate Polymer* 67: 481-490.
- Bao J dan CJ Bergman. 2004. The functionality of rice starch. Di Dalam : Elliason AC (ed). *Starch in Food : Structure, Function and Applications..* Wood head Publishing, CRC Press. Cambridge, England.
- Batey, I. L. dan Curtin, B. M. 2000. Efect On Pasting Viscosity Of Starch And Flour From Different Operating Condition For Rapid Visco Analyser. *Cereal Chemistary*, 77 (6): 754-760.
- Batey, I. L. 2007. *Interpretation of RVA Curves dalam The RVA Handbook*.
- 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.
- 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.
- Beta, T., Corke, H. 2011. Noodle Quality As Related To Sorghum Starch Properties. *Cereal chem* 78: 417-420. DOI: 10.1094/CCHEM.2001.78.4.417.
- Budijanto, S., dan Yuliyanti. 2012. Studi Persiapan Tepung Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) Dan Aplikasinya Pada Pembuaan Beras Analog. *Jurnal Teknologi Pertanian*, Vol. 13, No. 3.177-186. (2012).
- Chen, Z. 2003. Physicochemical Properties Of Sweet Potato Starches And Their Application In Noodle Products. Ph.D. *Thesis*. The Netherlands: University of Wageningen..
- Collado LS, Mabesa LB, Oates CG, Corke H. 2001. Bihon-type Noodles from Heat-Moisture Treated Sweetpotato Starch. *J. Food Sci.* 66(4):604-609.
- Copeland L, Blazek J, Salman H, Tang MC. 2009. Form and functionality of starch. *Food Hydrocolloids* 23:1527-1534
- Demiante, N.D., J.P. Huvenneb, M.P. Ceredac dan G. Wosiacki. 1999. Relationship Between Baking Behaviour of Modified Cassava Starches and Starch Chemical structure determined by FTIR spectroscopy. *Carbohydrate Polymer*, 148-149.
- Dewi, N.S, Parnanto, N.H.R, A, Achmad R. 2014. Karakteristik Sifat Fisikokimia Tepung Bengkuang Dimodifikasi Secara Asetilasi dengan Variasi Konsentrasi Asam Asetat Selama Perendaman. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. Vol. V, (2).
- Dipowaseso, D.A, Nurwantoro, Hintono, A. 2018. Karakteristik Fisik dan Daya Oles Selai Kolang-Kaling yang Dibuat Melalui Subtitusi Pektin dengan *Modified Cassava Flour* (MOCAP) sebagai Bahan Pengental. *Jurnal Teknologi Pangan*. 2(1)1-7.
- Englyst, H., 1989. Classification and Measurement of Plant Polysaccharides. *Animal Feed Science and Technology* 23: 27-42.
- Fahrizal dan Fadhil. 2014. Kajian Fisiko Kimia dan Daya Terima Organoleptik Selai Nenas yang Menggunakan Pektin dari Limbah Kulit Kakao. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*. Vol.(6) No. 3, 2014. Universitas Syiah Kuala. Brunei Darussalam.

- Fleche, G. 1985. Chemical modification and degradation of starch. Di dalam :G.M.A.V. Beynum dan J.A Roels (eds.). *Starch Conversion Technology*. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Gaman dan Sherrington. 1992. *Pengantar Ilmu Pangan Nutrisi dan Mikrobiologi*. Yogyakarta: Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gajah mada.
- Ganesha, Pradiska., 2018. *Karakteristik Fisikokimia MOCAF (Modified Cassava Flour) dan Tapioka Akibat Perlakuan pH dan Suhu*. Jember : Jurusan Teknologi Pertanian Universitas Jember.
- Gaurav, F. 2003. *Digital Color Imaging Handbox*. CRC Press. ISBN 084930900x
- Gunaratne, A. & R. Hoover. 2002. *Effect of Heat Moisture Treatment on The Structure and Physicochemical Properties of Tuber and Root Starches*. Carbohydrate Polymers 49: 425- 437.
- Hafnimardiyanti dan M. Ikhlas Armin. 2017. Utilization of Edible Coating and Film from Mocaf Flour to extend Shelf Life of Gelamai. *International Conference on Chemistry and Engineering in Agroindustry*. ISBN : 978-602-50936-0-9.
- Harper, J.M. 1981. *Extruction of Food*. Vol II. CRC Press Inc. Florida.
- Herawati, D. 2009. Modifikasi Pati Sagu dengan Teknik Heat Moisture Treatment (HMT) dan Aplikasinya dalam Memperbaiki Kualitas Bihun. Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Herawati, H. 2012. Teknologi Proses Food Ingredient dari Tapioka Termodifikasi. *J Litbang Pertanian* 31: 68-76
- Hidayat, B, Kalsum N, Surfiana. 2009. Perbaikan Karakteristik Tepung Ubi Kayu Menggunakan Metode Pragelatinisasi Parsial. *Laporan Penelitian Hibah Bersaing Tahun I*. Politeknik Negeri Lampung
- Hoover R, Vasanthan T, Senanayake NJ, Martin AM. 1994. The effects of defatting and heat-moisture treatment on the retrogradation of starch gels from wheat, oat, potato, and lentil. *Carbohydrate Research* 261(1): 13-24
- Horndok R, Noomhorm A. 2007. Hydro-thermal treatments of rice starch for improvement of rice noodle quality. *LWT-Food Sci and Tech* 40: 1723-1731
- Imam, H.R., Primaniyarta M., Palupi S.N. 2014. Konsistensi mutu pilus tepung tapioka : Identifikasi parameter utama penentu kerenyahan. *Jurnal Mutu Pangan*, 1(2), 91 – 9
- Imeson, A. 2010. *Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agent*. United Kingdom: Willey Blackwell Publishing Ltd.

- Immaningsih, N. 2012. *Profil Gelatinisasi Beberapa Formulasi Tepung-tepungan Untuk Pendugaan Sifat Pemasakan*. Panel Gizi Makan 35(1): 13-22.
- Ju, J. dan Mittal, G.S. 1995. Physical properties of various starch-based fat substitutes. *Journal of Food Processing and Preservation* 19: 361-383.
- Ju, H.L., Ah, R.C., Joo, Y.H., Dong, J.P. dan Seung, T.L. 2012. Physical properties of wheat flour composites dry-coated with microparticulated soybean hulls and rice flour and their use for low-fat doughnut preparation. *Journal of Cereal Science* 56: 636-643.
- Juheini, Iskandarsyah, Animar J.A., dan Jenny. Pengaruh Kandungan Pati Singkong Terpragelatinasi Terhadap Karakteristik Fisik Tablet Lepas Terkontrol Teofilin. *Majalah Ilmu Kefarmasian*, Vol.1, No.1.(2004) 21-26
- Kainuma K, Odat T, Cuzuki S. 1967. Study of starch phosphates monoesters. *J. Technol, Soc. Starch* 14: 24 –28.
- Kaur, M., Oberoi, D.P. S., Sogi, D. S., dan Gill, B. S. 2011. Physicochemical, Morphological, Pasting Properties of Acid Treated Starches From Different Botanical Sources. *Journal Food Science Technology*. Vol. 48 (4): 460-465.
- Kearsley, M.W., Dziedzic. 1995. *Handbook of Starch Hydrolysis Product and Their Derivatives*. Blackie Academic & Professional, Glasgow.
- Khomsatin, S., Sugiyono, B. Haryanto. 2012. Kajian pengaruh pengukusan bertekanan tinggi terhadap sifat fisikokimia tepung jagung. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 23(1): 86 – 93
- Koswara, S. 2009. *Teknologi Pengolahan Singkong*. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kurakake, M., Kisawa, W., Ouchi, K., dan Komaki, T. 2001. Pretreatment with Ammonia Water for Enzymatic Hydrolysis of Corn Husk, Bagasse, and Switchgrass. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 90 (3), pp. 251 - 259.
- Kusumanegara, A.I., Jamhari, dan Erwanto, Y. 2012. Kualitas Fisik, Sensori, dan Kadar Kolesterol *Nugget* Ampela dengan Imbangan Filler Tepung Mocaf yang Berbeda. *Buletin Peternakan* Vol. 36(1): 19-24.
- Leach HW, Mc Cowen LD, Schoch TJ. 1959. Structure of The Starch Granules. *Didalam Daramola. B dan Osanyinlusi. S.A. 2006. Investigation on Modification of Cassava Starch Using Active Components of Ginger Roots (Zingiber officinale Roscoe). African Journal of Biotechnology* 10 : 917-920

- Lestari, A.O., Kusnandar, F., Palupi, S.N. 2015. Pengaruh heat moisture treated (HMT) terhadap profil gelatinisasi tepung jagung. *Jurnal Teknologi Pangan*. 16,(1), 75 – 85.
- Mandari, L. 2014. Peran Berbagai Jenis Tepunglokal Sebagai Pengganti Lemak Berbasis Karbohidrat Pada Es Krim Nabati Rendah Lemak. *Skripsi*. Semarang : Universitas Katolik Soegijapranata.
- Manaois, R.V. 2009. *Modification of Rice Starch Properties by Addition of Amino Acids at Various pH Levels*. Faculty of the Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College.
- Marta, H. 2011. *Sifat Fungsional dan Reologi Tepung Jagung Nikstamal Serta Contoh Aplikasinya pada Pembuatan Makanan Pendamping ASI*. Bogor : Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Medikasari, Nurdjanah, S., Yuliana, N., dan Lintang, N.C.C. 2009. Sifat Amilografi Pasta Pati Sukun Termodifikasi Menggunakan Sodium Tripolifosfat. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*. Vol. 14, No. 2, (2009).
- Melo, E.A., Stamford, T.L.M., Silva, M.P.C., Krieger, N., dan Stamford, N.P. 2003. Functional Properties of Yam Bean (*Pachyrhizus erosus*). *Bioresource Technology*, 89: 103-106.
- Mulyandari, S, H. 1992. Kajian Perbandingan Sifat-Sifat Pati Umbi-Umbian Dan Pati Biji-Bijian. *Skripsi*. Bogor : IPB.
- Murtiningrum, Lisangan, M. M dan Edoway Y. 2012. Pengaruh preparasi ubi jalar (*Ipomoea batatas*) sebagai bahan pengental terhadap komposisi kimia dan sifat organoleptik saus buah merah (*Pandanus Conoideus L*). *Jurnal Agrotek*, 6 (1).
- Nakamura, S. dan Ohtsubo, K. 2010. Influence of physicochemical properties of rice flour on oil uptake of tempura frying batter. *Bioscience Biotechnology Biochemistry*74: 2484-2489.
- Nazhrah, Julianti, E., Masniary, L. 2014. Pengaruh proses modifikasi fisik terhadap karakteristik pati dan produksi pati resisten dari empat varietas ubi kayu (*Manihot esculenta*). *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 2 (2),1-9.
- Olayinka, O. O., Adebawale, K. O., & OluOwolabi, B. I. 2008. Effect of heat moisture treatment on physicochemical properties of white sorghum starch. *Food Hydrocolloids*, 22, 225–230.
- Orford, P.D., Ring, S.G., Carroll, V., Milles, M.J., dan Morris, V.J. 1987. The Effect of Concentration and Botanical Source on the Gelation and Retrogradation of Starch. *Journal of Food and Agriculture* 39: 169-177.

- Padmaja, G.; C. Balagopalan; S.N. Moorthy; and V., P., Potty. 1996. Yuca Rava and Yuca Porridge : The Funtional Properties and Quality of Two Novel Cassava Products. *Cassava Flour and Starch: Progress in Research and Development* p: 323-330.
- Palupi, H.T., A. Zainul A dan M. Nugroho. 2011. Pengaruh pre gelatinisasi terhadap karakteristik tepung singkong. *Teknologi Pangan* 1(1): 1 – 14.
- Philpot, K., Martin, M., Butardo, V.Jr., Whilloughby, D., dan Fitzgerald, M. 2006. Enviromental Factors That Affect the Ability of Amylose to Contribute to Retrogradation in Gels Made From Rice Flour. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54: 5182-5190.
- Pomeranz, Y. 1991. *Functional Properties of Food Components*. Academic Press, Inc. New York.
- Pranoto, Y., Rahmayuni, Haryadi and Rakshit, S. K. 2014. Physicochemical properties of heat moisture treated sweet potato starches of selected Indonesian varieties. *International Food Research Journal* 21(5): 20312038
- Pukkahuta, C., Suwannawat, B., Shobsngob, S., and Varavinit, S. 2008. Comparativestudy of pasting and thermal transition characteristics of osmotic pressure andheat–moisture treated corn starch. *Carbohydrate Polymers*, 72, 527–536.
- Purnamasari, Indah dan Happy Januarti, 2010. *Pengaruh Hidrolisa Asam-Alkohol dan Waktu Hidrolisa Asam terhadap Sifat Tepung Tapioka*. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Putri, N. A. 2015. Sifat Rheologi MOCAF (*Modified Cassava Flour*) Dan Tapioka Dengan Variasi Ph. *Skripsi*. Jember : Universitas Jember.
- Putri, N, A. 2018. *Starch Damage Mocaf (Modified Cassava Flour) Berdasarkan Metode Penggilingan Dan Lama Fermentasi*. *Tesis*. Jember : Universitas Jember.
- Rapid Visco Analyzer (RVA)*, manual. 1994
- Saguilan AA, Flores-Huicochea E, Tovar J, Garcia-Suarez F, Gutierrez-Meraz F, Bello-Perez LA. 2005. Resistant starch-rich powders prepared by autoclaving of alami and lintnerized banana starch: partial characterization. *J Starch* 57: 405- 412.
- Sajilata, MG. Kulkarni. 2006. Resistant Starch A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, Vol 5, 2006.
- Saraswati.1982. The Problems to be Solved in Starch Processing Technologies in Indonesia, BPPT,

- Singh N, Singh J, Kaur L, Sodhi NS, Gill BS. 2003. Morphological, thermal and rheological properties of starches from different botanical sources - review. *Food Chemistry* 81:21 9–231
- Soekarto. 1990. *Penilaian Organoleptik Untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian*. Jakarta: Bhatara Aksara.
- Subagio, A. 2006. *Ubi Kayu : Substitusi Berbagai Tepung-Tepungan*. Jakarta: Gramedia.
- Subagio, A. 2008. Produk bakery dengan tepung singkong. *Food review Indonesia*, Volume III Nomor 8.
- Sunarti, T.C., N. Richana., F. Kasim., Purwoko dan A. Budiyanto. 2007. Karakterisasi Sifat Fisiko Kimia Tepung dan Pati Jagung Varietas Unggul Nasional dan Sifat Penerimaannya terhadap Enzim dan Asam. Departemen Teknologi Industri Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB Bogor.
- Surfiana, Kalsum N, Nurdjanah S, Verdini L. 2013. Jurnal: Karakteristik Dekstrin dari Pati Ubi Kayu yang Diproduksi dengan Metode Prigelatinisasi Parsial. Lampung. Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Lampung.
- Suriani, A.I. 2008. Mempelajari Pengaruh Pemanasan dan Pendinginan Berulang terhadap Karakteristik Sifat Fisik dan Fungsional Pati Garut (*Marantha arudinacea*) Termodifikasi. (Skripsi). IPB. Bogor.
- Swinkels, J.J.M. 1985. Sources of Starch, its Chemistry and Physics. *Di dalam* Roels, J. A. dan G. M. A. V. Beynum,. (eds). 1985. *Starch Conversion Technology*. Marcel Dekker, Inc., New York dan Basel.
- Syafutri, M.I. 2015. Sifat fungsional dan sifat pasta pati sagu bangka. *Jurnal Sagu* ,Maret, 14 (1), 1–5.
- Takahashi S, Maningat CC, Seib PA. 1989. Acetylated and hidroxipropylatedwheat starch: paste and gel properties compared with modified maize and tapioca starches. *Cereal Chem* 66: 499-506.
- Tanak, Y. 2016. Modifikasi Secara *Heat Moisture Treatment* pada Pati Ubi Jalar Ungu Untuk Pangan Fungsional. *Jurnal Sains dan Teknologi Tadulako*. Vol 5 (1), : 39-48
- Tyler, Varro. E.1976. *Pharmacognosy*. Seventh edition. Philadelphia: Lea & Febiger. Pages 134-170.
- Valdez-Niebla, J.A., Paredes-Lopez, O., Vargas-Lopez, J.M. dan Hernandez-Lopez,D. 1993. Moisture sorption isotherms and other

- physicochemical properties of nixtamalized amaranth flour. *Food Chemistry* 46: 19-23.
- Varavinit. 2008. Preparation, Pasting Properties and Freeze-thaw Stability of Dual Modified Crosslink-phosphorylated Rice Starch: *Carbohydrate Polymers*, v. 73, p. 351-358.
- Vieira, F. C., Sarmiento, S.B.S. 2008. Heat Moisture Treatment and Enzymatic Digestibility of Peruvian Carrot, Sweet Potato and Ginger Starches. *Starch/Stärke*, vol. 60, 223-232
- Wang K, Wu JY, Wang RZ, Wang LW. 2006. Effective thermal conductivity of expanded graphite-CaCl₂ composite adsorber for chemical adsorption chillers. *Energy Convers Manage*;47(13-14):1902-12.
- Whistler, R.L. dan E.F. Paschall. 1984. *Starch Chemistry and Technology 2nd edition*. Academic Press, Inc. USA
- Winarno, F.G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Wirakartakusumah. 1989. *Prinsip Teknik Pangan*. Bogor: PT Sastra Hudaya.
- Wulandari, E., Een, S., Efri, M., dan Hanni L. F. 2019. Profil Gelatinisasi Tepung Sorgum Putih Ternodifikasi α -Amilase. *J. Teknol. Dan Industri Pangan* Vol.30(2): 173-179 Th. 2019.
- Wulansari, D. 2010. Karakteristik Fisik Pati Sagu (*Metroxylon sp*) Dimodifikasi Dengan Teknik *Heat Moisture Treatment* (HMT). *Tesis*. Sekolah Pasca Sarjana. IPB, Bogor.
- Wuzburg, OB. 1968. Starch in Food Industry. Di daam T.E Furia (ed) Handbook of Food Additives. *The Chemical Rubber Co.*, Cleveland, Ohio.
- Yuliasih, L., Irawadi, T, T., Sailah, L., 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.

LAMPIRAN A. DATA HASIL ANALISIS**A.1. Nilai Derajat Putih MOCAF Termodifikasi**

Sampel	Ulangan			Rata-Rata	STDEV
	U1	U2	U3		
Kontrol	88,95	88,92	88,98	88,95	0,03
K1T1	88,54	88,54	88,53	88,54	0,01
K1T2	88,86	88,80	88,69	88,79	0,07
K1T3	88,82	88,91	88,98	88,90	0,07
K2T1	88,75	88,63	88,92	88,78	0,12
K2T2	88,91	88,80	88,97	88,89	0,07
K2T3	88,95	88,80	89,05	88,93	0,10
K3T1	89,04	88,81	88,87	88,91	0,10
K3T2	88,90	88,99	88,89	88,93	0,04
K3T3	88,94	89,04	88,89	88,96	0,06

A.1.1 ANOVA Derajat Putih MOCAF Termodifikasi

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: DerajatPutih					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.475 ^a	9	.053	6.285	.000
Intercept	212287.259	1	212287.259	25261015.520	.000
KonsentrasiSubstratTemperatur	.173	2	.086	10.273	.001
SuhuPemanasan	.197	3	.066	7.822	.001
KonsentrasiSubstratTemperatur * SuhuPemanasan	.083	4	.021	2.476	.077
Error	.168	20	.008		
Total	236874.746	30			
Corrected Total	.643	29			

a. R Squared = ,739 (Adjusted R Squared = ,621)

A.1.2 Duncan Derajat Putih MOCAF Termodifikasi

DerajatPutih				
Duncan ^a				
KonsentrasiSubstratTepung XSuhuPemanasan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
K1T1	3	88.5367		
K2T1	3		88.7667	
K1T2	3		88.7833	88.7833
K1T3	3		88.9033	88.9033
K3T1	3		88.9067	88.9067
K2T2	3		88.9200	88.9200
K3T2	3		88.9267	88.9267
K2T3	3		88.9333	88.9333
Kontrol	3		88.9500	88.9500
K3T3	3			88.9567
Sig.		1.000	.052	.065

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

A.2. Nilai *Swelling Power* MOCAF Termodifikasi

Sampel	Suhu	Ulangan			Rata-rata	STDEV
		U1	U2	U3		
Kontrol	60 °C	3,27	3,38	4,03	3,56	0,41
	70 °C	10,07	10,25	10,27	10,20	0,11
	80 °C	10,98	10,97	11,10	11,02	0,07
	90 °C	12,14	12,12	12,11	12,12	0,01
K1T1	60 °C	2,88	3,21	4,12	3,40	0,64
	70 °C	10,26	9,62	10,85	10,24	0,61
	80 °C	11,78	12,62	10,70	11,70	0,96
	90 °C	12,00	13,52	12,40	12,64	0,79
K1T2	60 °C	3,38	3,24	3,56	3,39	0,16
	70 °C	10,16	9,87	10,54	10,19	0,33
	80 °C	11,87	11,20	11,90	11,66	0,40
	90 °C	13,49	11,69	12,65	12,61	0,90
K1T3	60 °C	2,68	4,31	3,15	3,38	0,84
	70 °C	9,41	10,49	10,42	10,11	0,61
	80 °C	11,91	12,13	10,35	11,46	0,97
	90 °C	12,17	12,60	11,29	12,02	0,67

Sampel	Suhu	Ulangan			Rata-rata	STDEV
		U1	U2	U3		
K2T1	60 °C	4,61	3,8	3,72	4,04	0,49
	70 °C	10,10	10,39	10,46	10,31	0,19
	80 °C	13,28	11,94	11,77	12,33	0,82
	90 °C	13,60	13,06	14,34	13,67	0,64
K2T2	60 °C	4,23	4,02	3,99	4,08	0,13
	70 °C	10,83	9,97	9,95	10,25	0,50
	80 °C	12,99	12,47	11,45	12,30	0,79
	90 °C	12,85	12,83	14,54	13,41	0,98
K2T3	60 °C	3,55	4,31	4,41	4,09	0,47
	70 °C	9,85	10,51	10,28	10,22	0,34
	80 °C	13,21	11,95	11,30	12,16	0,97
	90 °C	12,61	12,90	14,10	13,20	0,79
K3T1	60 °C	5,92	6,04	4,37	5,44	0,93
	70 °C	11,41	10,76	11,86	11,34	0,55
	80 °C	12,92	12,06	12,96	12,65	0,51
	90 °C	13,76	13,30	14,28	13,78	0,49
K2T3	60 °C	4,97	6,08	4,74	5,26	0,72
	70 °C	11,91	11,81	10,24	11,32	0,93
	80 °C	13,1	13,13	11,42	12,55	0,98
	90 °C	12,61	13,16	14,46	13,41	0,95
K3T3	60 °C	5,78	4,77	5,04	5,19	0,52
	70 °C	11,70	10,79	11,17	11,22	0,46
	80 °C	12,28	13,20	11,86	12,44	0,69
	90 °C	12,57	13,37	13,40	13,11	0,47

A.2.1 ANOVA (*Swelling Power*) Daya Kembang MOCAF Termodifikasi

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1459,161	39	37,414	86,468	,000
Within Groups	34,616	80	,433		
Total	1493,776	119			

A.3 Nilai Kelarutan (*Solubility*) MOCAF Termodifikasi

Sampel	Suhu	Ulangan			Rata-rata	STDEV
		U1	U2	U3		
Kontrol	60	9,68	9,40	8,45	9,18	0,65
	70	9,92	11,25	9,69	10,28	0,84
	80	9,71	11,29	11,44	10,81	0,96
	90	11,61	11,18	11,98	11,59	0,40
K1T1	60	12,31	12,86	11,96	12,38	0,45
	70	13,41	12,59	13,05	13,02	0,41
	80	13,83	14,42	13,52	13,92	0,46
	90	14,70	13,71	14,92	14,44	0,64
K1T2	60	14,98	14,99	14,10	14,69	0,51
	70	15,02	15,55	14,77	15,11	0,40
	80	15,44	15,43	15,66	15,51	0,13
	90	15,82	15,66	15,37	15,62	0,23
K1T3	60	15,87	16,62	15,84	16,11	0,44
	70	16,34	16,47	16,73	16,51	0,20
	80	16,74	17,03	17,18	16,99	0,23
	90	17,07	17,03	17,27	17,12	0,13
K2T1	60	9,87	10,78	10,78	10,48	0,52
	70	10,77	10,25	10,91	10,64	0,35
	80	10,86	10,89	10,96	10,90	0,05
	90	11,22	11,27	10,81	11,10	0,25
K2T2	60	11,40	11,02	11,04	11,15	0,21
	70	11,83	11,39	10,85	11,36	0,49
	80	11,58	11,59	11,47	11,55	0,07
	90	11,69	11,86	11,90	11,82	0,11
K2T3	60	12,05	12,08	12,13	12,08	0,04
	70	12,78	12,45	11,32	12,18	0,76
	80	12,36	12,41	12,08	12,28	0,17
	90	13,13	12,21	12,09	12,48	0,57
K3T1	60	8,73	9,09	9,90	9,24	0,60
	70	9,22	9,76	9,78	9,59	0,31
	80	9,82	10,32	9,15	9,76	0,58
	90	9,47	9,65	10,59	9,90	0,60
K2T3	60	10,03	10,34	9,64	10,01	0,35
	70	10,65	9,79	10,14	10,19	0,43
	80	10,26	10,13	10,62	10,34	0,25
	90	10,80	10,71	10,41	10,64	0,20
K3T3	60	10,62	11,27	10,74	10,88	0,35
	70	11,66	10,78	10,74	11,06	0,52
	80	11,80	10,99	10,83	11,21	0,52
	90	11,39	10,91	11,88	11,39	0,48

A.3.1 ANOVA Kelarutan MOCAF Termodifikasi

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	601,073	39	15,412	65,148	,000
Within Groups	18,926	80	,237		
Total	619,999	119			

A.4 Nilai WHC MOCAF Termodifikasi

Sampel	Ulangan			Rata-rata	STDEV
	U1	U2	U3		
Kontrol	1,82	1,84	1,82	1,83	0,01
K1T1	2,35	2,33	2,34	2,34	0,01
K1T2	2,37	2,37	2,35	2,36	0,01
K1T3	2,40	2,39	2,41	2,40	0,01
K2T1	2,36	2,36	2,37	2,37	0,01
K2T2	2,40	2,39	2,39	2,39	0,01
K2T3	2,42	2,43	2,44	2,43	0,01
K3T1	2,39	2,39	2,38	2,38	0,01
K3T2	2,40	2,41	2,41	2,41	0,01
K3T3	2,43	2,44	2,44	2,44	0,01

A.4.1 ANOVA WHC MOCAF Termodifikasi

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: WaterHoldingCapacity					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	6388.260 ^a	9	709.807	5.716	.001
Intercept	1483628.664	1	1483628.664	11946.667	.000
KonsentrasiSubstratTemperatur	1766.262	2	883.131	7.111	.005
SuhuPemanasan	507.925	3	169.308	1.363	.283
KonsentrasiSubstratTemperatur * SuhuPemanasan	2424.191	4	606.048	4.880	.007
Error	2483.753	20	124.188		
Total	1643969.823	30			
Corrected Total	8872.013	29			

a. R Squared = ,720 (Adjusted R Squared = ,594)

A.4.2 Duncan WHC MOCAF Termodifikasi

Water Holding Capacity								
Duncan ^a								
Konsentrasi Substrat Temperatur X Suhu Pemanasan	N	Subset for alpha = 0.05						
		1	2	3	4	5	6	7
Kontrol	3	182.5767						
K1T1	3		234.2767					
K1T2	3			236.3933				
K2T1	3			236.5300				
K3T1	3				238.4367			
K2T2	3				239.2400	239.2400		
K1T3	3					239.8433	239.8433	
K3T2	3						240.6933	
K2T3	3							242.8200
K3T3	3							243.7833
Sig.		1.000	1.000	.833	.224	.358	.199	.148

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

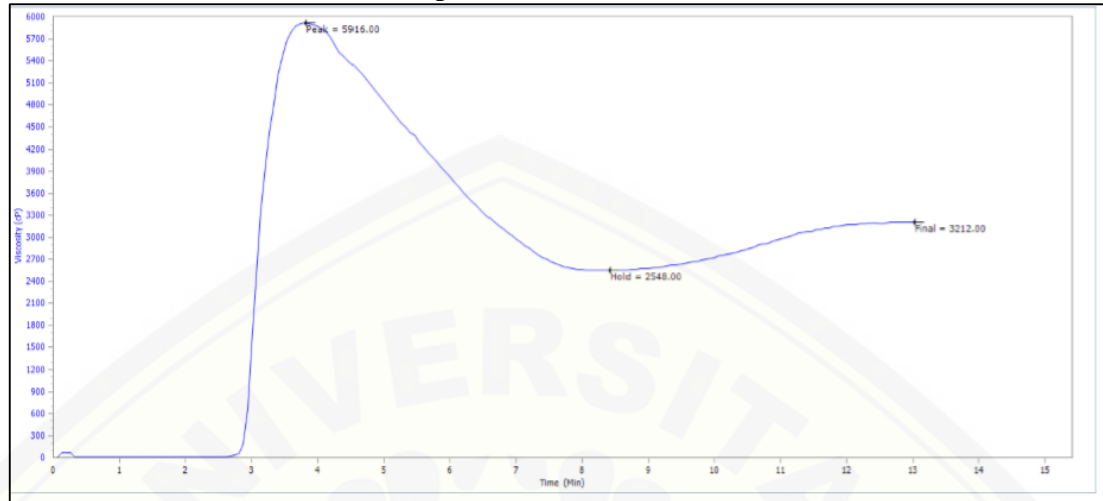
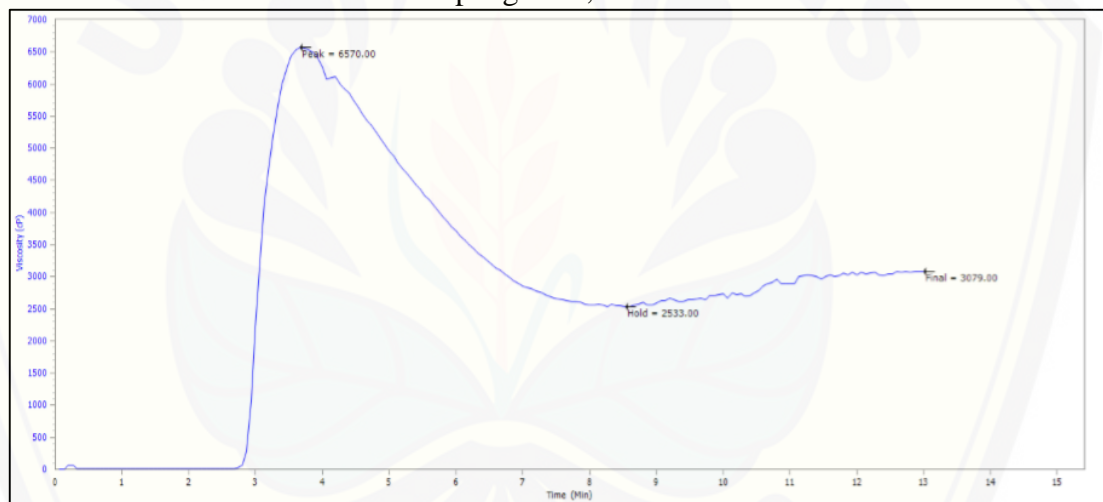
A.5 Nilai Sineresis MOCAF Termodifikasi

Sampel	Lama Penyimpanan	Ulangan			Rata-rata	STDEV
		U1	U2	U3		
Kontrol	24 jam	0,731	0,723	0,729	0,728	0,004
	48 jam	0,024	0,032	0,034	0,030	0,005
	72 jam	0,019	0,019	0,021	0,020	0,001
	96 jam	0,018	0,018	0,019	0,018	0,001
	120 jam	0,016	0,018	0,017	0,017	0,001
K1T1	24 jam	0,685	0,643	0,685	0,671	0,024
	48 jam	0,062	0,015	0,015	0,031	0,027
	72 jam	0,034	0,022	0,024	0,027	0,006
	96 jam	0,014	0,009	0,021	0,015	0,006
	120 jam	0,014	0,010	0,015	0,013	0,002
K1T2	24 jam	0,650	0,654	0,633	0,633	0,011
	48 jam	0,031	0,010	0,021	0,021	0,010
	72 jam	0,025	0,017	0,019	0,020	0,004
	96 jam	0,009	0,011	0,019	0,013	0,005
	120 jam	0,017	0,011	0,014	0,014	0,003
K1T3	24 jam	0,560	0,668	0,660	0,629	0,060
	48 jam	0,049	0,010	0,011	0,024	0,022
	72 jam	0,030	0,016	0,026	0,024	0,007
	96 jam	0,014	0,010	0,013	0,012	0,002
	120 jam	0,012	0,008	0,010	0,010	0,002
K2T1	24 jam	0,663	0,682	0,692	0,679	0,015
	48 jam	0,020	0,006	0,005	0,011	0,008
	72 jam	0,016	0,006	0,011	0,011	0,005
	96 jam	0,015	0,004	0,008	0,009	0,006
	120 jam	0,012	0,008	0,005	0,008	0,003
K2T2	24 jam	0,596	0,673	0,693	0,654	0,051
	48 jam	0,009	0,044	0,004	0,019	0,022
	72 jam	0,006	0,015	0,010	0,010	0,005
	96 jam	0,010	0,007	0,009	0,009	0,001
	120 jam	0,005	0,008	0,010	0,008	0,002
K2T3	24 jam	0,721	0,644	0,591	0,652	0,065
	48 jam	0,045	0,013	0,010	0,023	0,019
	72 jam	0,014	0,029	0,010	0,018	0,010
	96 jam	0,019	0,016	0,008	0,015	0,006
	120 jam	0,004	0,028	0,007	0,013	0,013
K3T1	24 jam	0,659	0,629	0,712	0,667	0,042

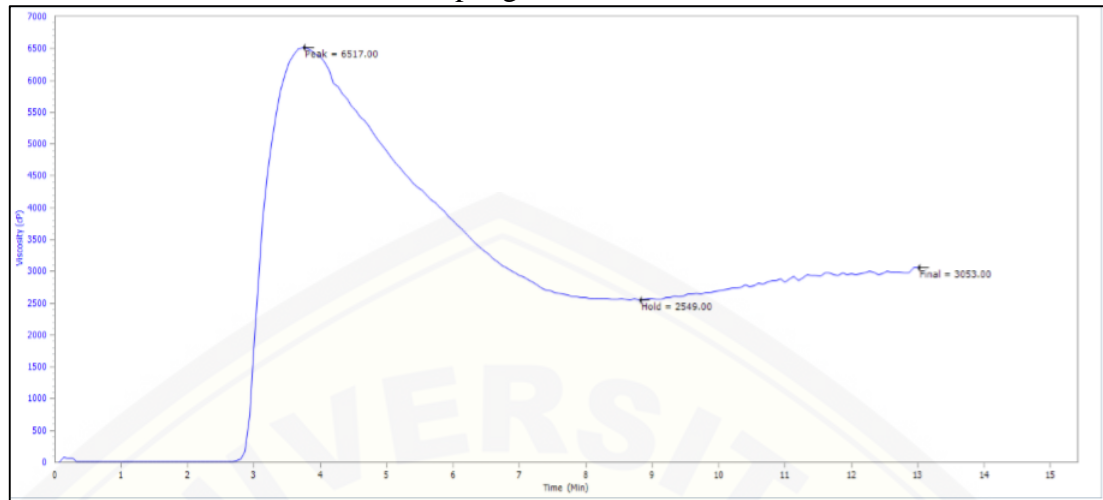
Sampel	Lama Penyimpanan	Ulangan			Rata-rata	STDEV
		U1	U2	U3		
K3T2	48 jam	0,018	0,019	0,010	0,016	0,005
	72 jam	0,018	0,016	0,013	0,015	0,003
	96 jam	0,009	0,025	0,007	0,014	0,010
	120 jam	0,011	0,009	0,013	0,011	0,002
	24 jam	0,603	0,663	0,721	0,662	0,059
K3T3	48 jam	0,038	0,030	0,018	0,029	0,010
	72 jam	0,015	0,027	0,036	0,026	0,010
	96 jam	0,008	0,019	0,048	0,025	0,021
	120 jam	0,012	0,022	0,035	0,023	0,012
	24 jam	0,576	0,664	0,640	0,667	0,046
	48 jam	0,032	0,008	0,012	0,018	0,013
	72 jam	0,028	0,007	0,011	0,015	0,011
	96 jam	0,012	0,015	0,011	0,013	0,002
	120 jam	0,015	0,013	0,008	0,012	0,004

A.5.1 ANOVA Sineresis MOCAF Termodifikasi

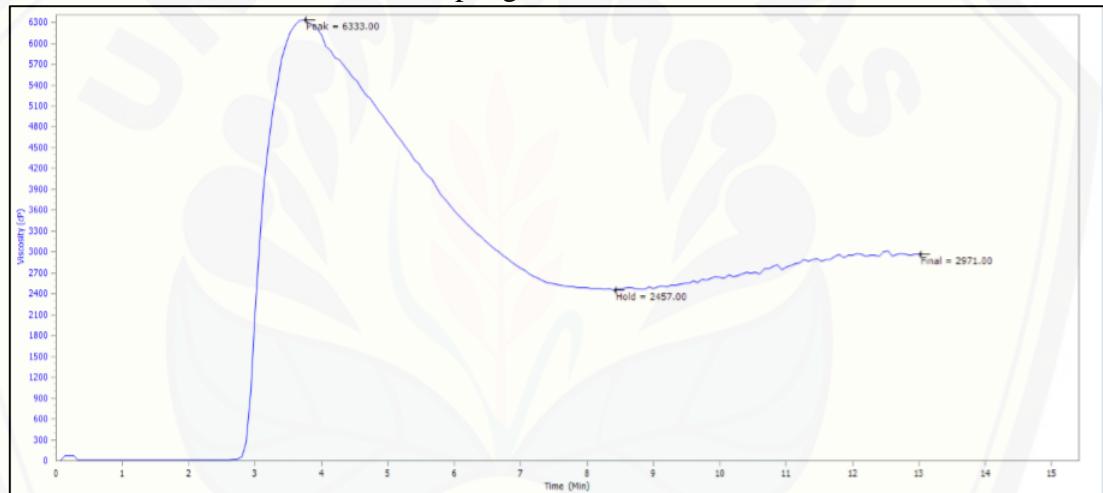
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	9,998	49	,204	445,754	,000
Within Groups	,046	100	,000		
Total	10,043	149			

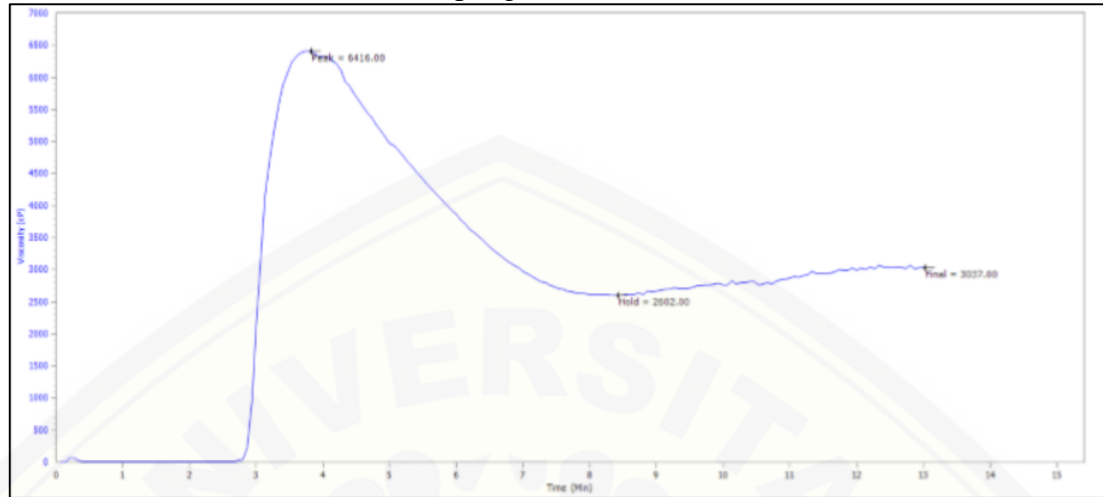
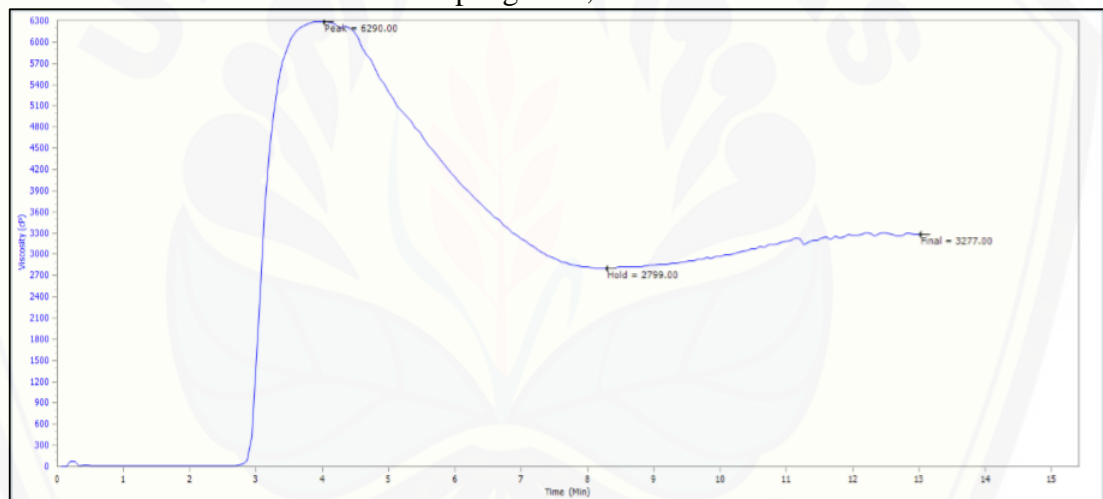
LAMPIRAN B SIFAT AMILOGRAF**B.1 Kurva Kontrol (MOCAF Tanpa Perlakuan)****B.2 Kurva Konsentrasi Substrat Tepung 20%, Suhu Pemanasan 50 °C**

B.3 Kurva Konsentrasi Substrat Tepung 20%, Suhu Pemanasan 60 °C

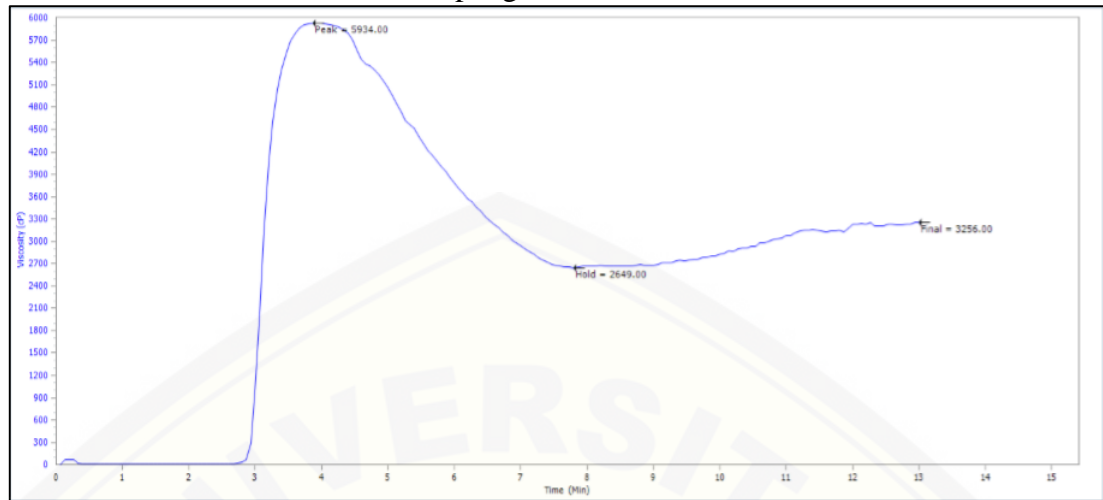


B.4 Kurva Konsentrasi Substrat Tepung 20%, Suhu Pemanasan 70 °C

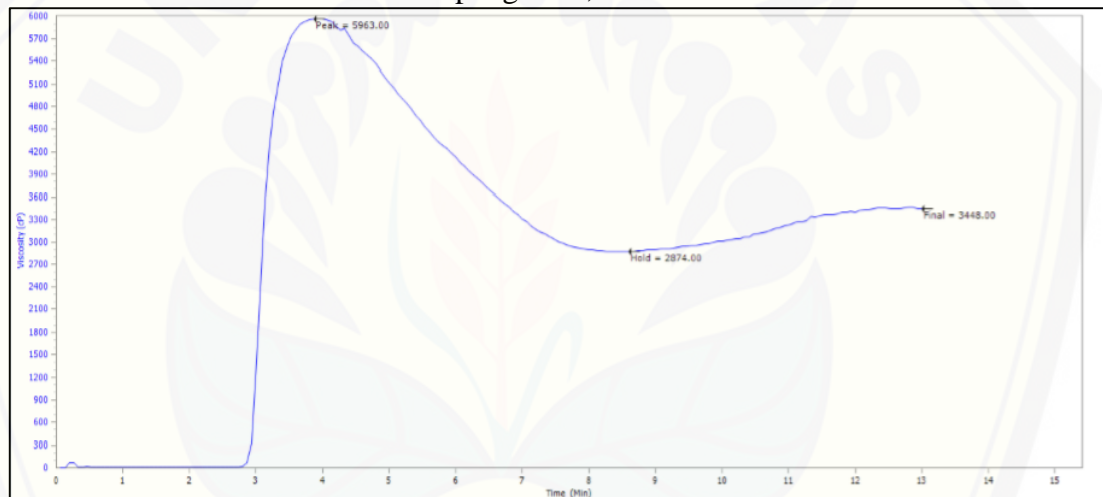


B.5 Kurva Konsentrasi Substrat Tepung 30%, Suhu Pemanasan 50 °C**B.6 Kurva Konsentrasi Substrat Tepung 30%, Suhu Pemanasan 60 °C**

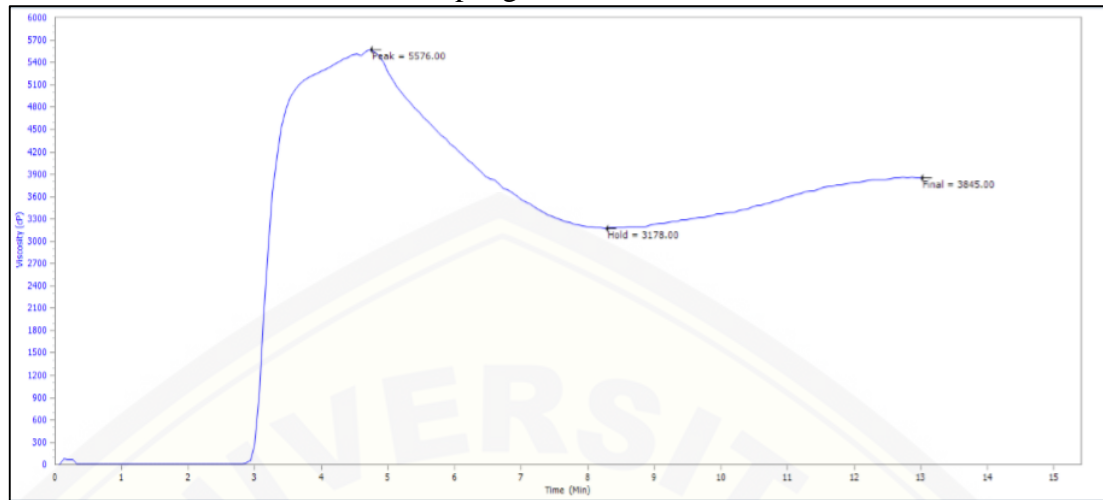
B.7 Kurva Konsentrasi Substrat Tepung 30%, Suhu Pemanasan 70 °C



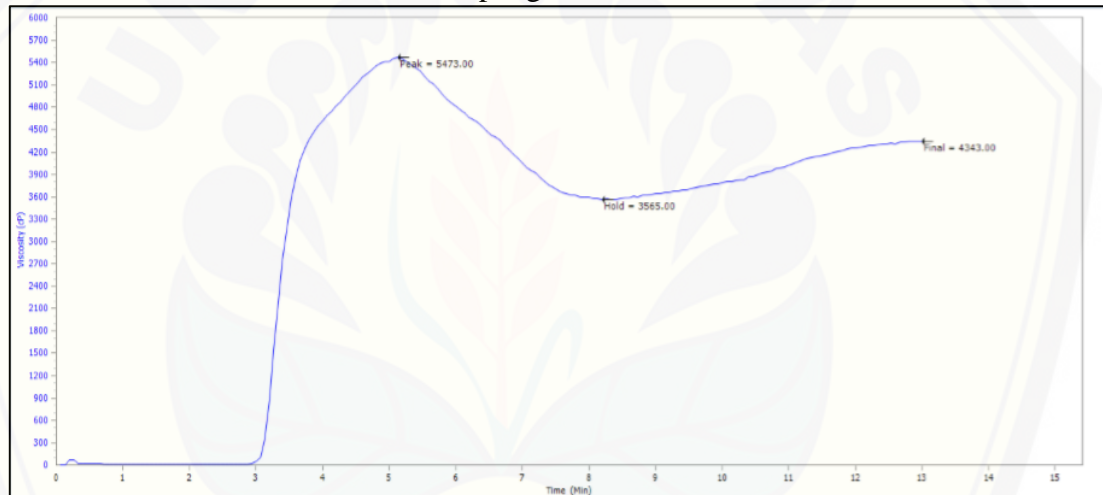
B.8 Kurva Konsentrasi Substrat Tepung 40%, Suhu Pemanasan 50 °C

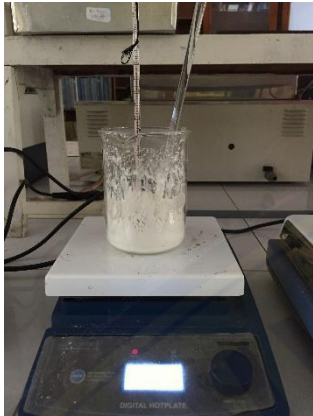


B.9 Kurva Konsentrasi Substrat Tepung 40%, Suhu Pemanasan 60 °C

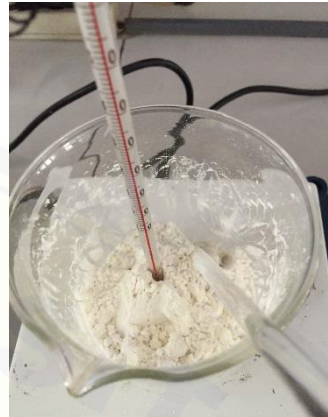


B.10 Kurva Konsentrasi Substrat Tepung 40%, Suhu Pemanasan 70 °C

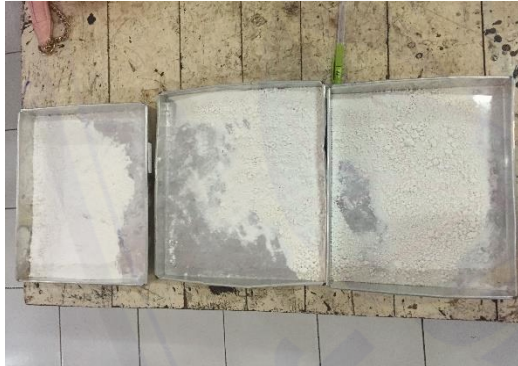


LAMPIRAN C DOKUMENTASI**C.1 Pembuatan Sampel**

Pemanasan substrat tepung MOCAF dengan variasi suhu 50, 60, 70 °C.



Pengukuran suhu pemanasan menggunakan *thermometer* secara berkala hingga suhu tercapai.



Kenampakan sampel sebelum dilakukan pengeringan dengan oven.



Kenampakan sampel setelah dilakukan pengeringan dengan oven.

C.2 Uji Derajat Putih



Pengujian derajat putih menggunakan *color reader*.

C.3 Uji WHC



Vortex selama 1 menit.



Sentrifuse 3000 rpm selama 10 menit.

C.4 Uji *Swelling Power*

Pemanasan suspensi menggunakan waterbath suhu (60,70,80,90 °C).



Pendinginan setelah dilakukan pemanasan pada waterbath.



Sentrifuse 2500 rpm selama 15 menit.



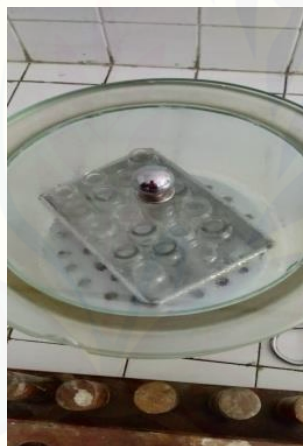
Supernatan dipisahkan untuk nilai kelarutan, filtrat ditimbang sebagai berat akhir.

C.5 Uji Kelarutan (*Solubility*)

Supernatan dimasukkan kedalam
botol timbang.



Dimasukkan kedalam oven kadar
air.



Ditimbang hingga konstan seperti
pada pengujian kadar air.

C.6 Uji Sineresis



Suspensi dipanaskan menggunakan waterbath suhu 90 °C.



Pendinginan suspense setelah dipanaskan.



Penyimpanan pada freezer selama 24, 48, 72, 96, 120 jam.



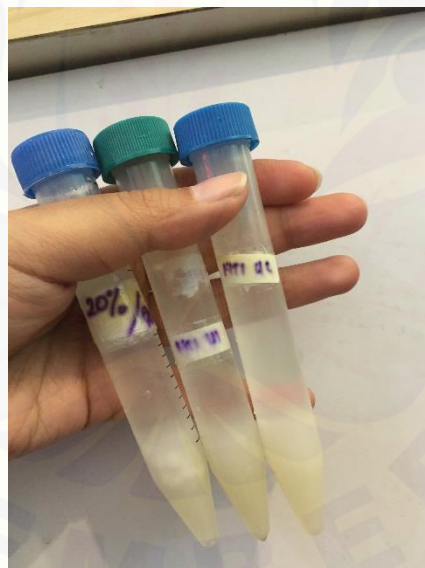
Sentrifuse 3000 rpm selama 15 menit.



Penimbangan air yang keluar per 24 jam.



Pasta yang tersisa setelah air keluar.



Kenampakan suspensi sebelum dimasukkan kedalam freezer.

