



**KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA DAN SIFAT FUNGSIONAL  
TEPUNG GAPLEK TERFERMENTASI**

**SKRIPSI**

Oleh :

**Danang Dwi Cahyo**

**NIM. 141710101019**

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

**2019**



**KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA DAN SIFAT FUNGSIONAL  
TEPUNG GAPLEK TERFERMENTASI**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Teknologi Hasil Pertanian (S1) dan mencapai gelar sarjana Teknologi Hasil Pertanian

Oleh :

**Danang Dwi Cahyo**

**NIM. 141710101019**

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

**2019**

## PERSEMBAHAN

Yang Utama Dari Segalanya..

Ucapan syukur atas kuasa Allah SWT. Limpahan kasih sayang serta anugrah kemudahan yang telah diberikan kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar.

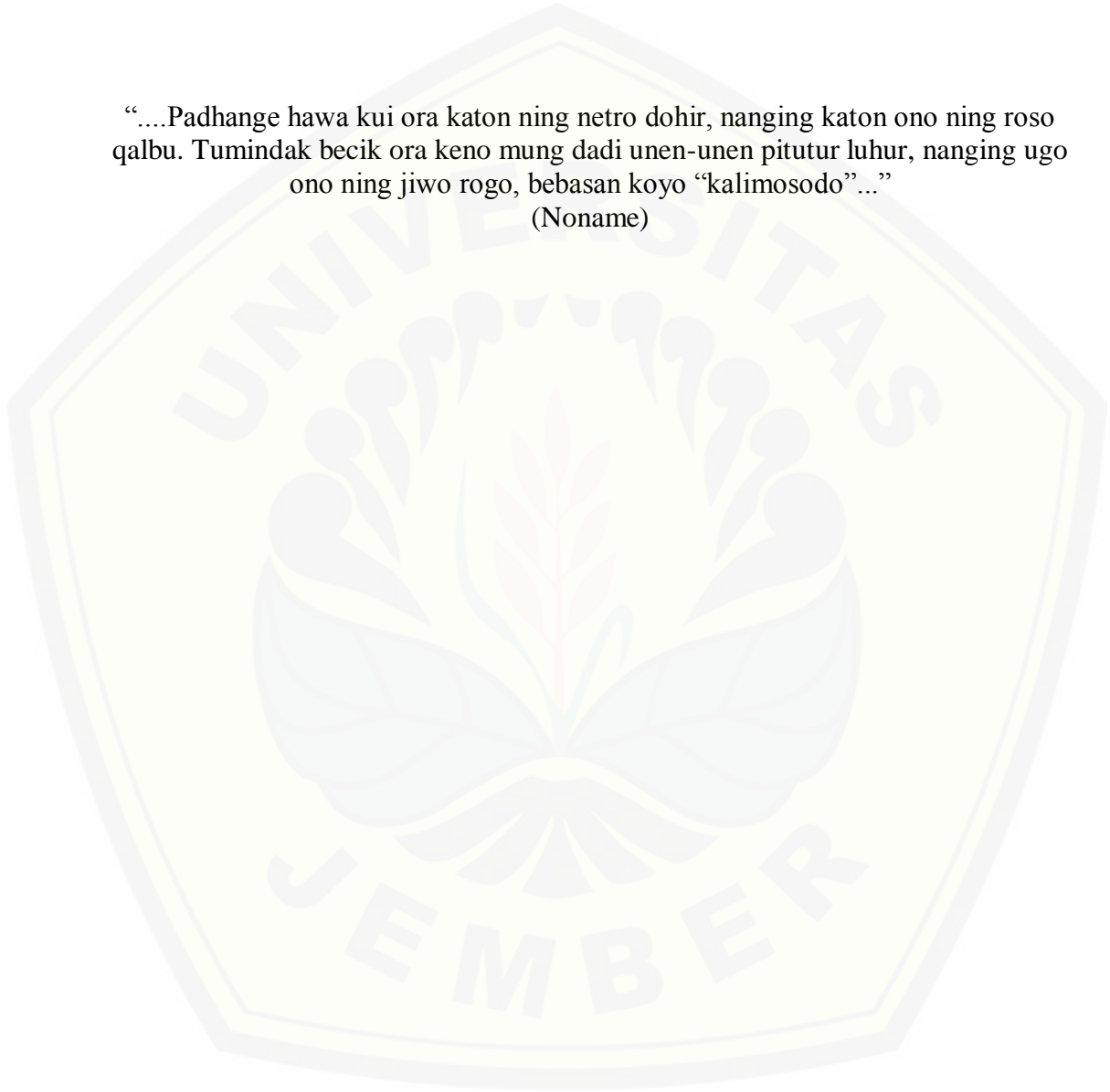
Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya yang selalu mendoakan atas kelancaran saya dalam menyelesaikan studi.
2. Kakak saya yang selalu memberikan semangat untuk segera menyelesaikan studi.
3. Dosen pembimbing skripsi saya, Ahmad Nafi', S.TP, M.P. dan Ir. Giyarto, MSc yang selalu membimbing serta memberikan ilmu demi kelancaran studi.
4. Keluarga besar THP A 2014 dan seluruh teman-teman THP angkatan 2014 yang telah memberikan bantuan dan dukungan dari awal hingga akhir terselesaikannya penelitian ini.
5. Rahma Ningtiyas, Yogi Dwi Anggoro, Isnitzia Bellia Indiana, Hamid, Ergi Guntara, Bagas Bayu, Aghita Riyan dan Cahya Prana yang telah memberikan semangat serta dukungan kepada saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

**MOTTO**

“...Karena sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan...”  
(Q.S 94 Al-Insyirah: 5-6)

“...Padhange hawa kui ora katon ning netro dohir, nanging katon ono ning roso qalbu. Tumindak becik ora keno mung dadi unen-unen pitutur luhur, nanging ugo ono ning jiwo rogo, bebasan koyo “kalimosodo”...”  
(Noname)



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Danang Dwi Cahyo

NIM : 141710101019

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul **“Karakteristik Fisikokimia dan Sifat Fungsional Tepung Gaplek Terfermentasi”** 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 adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pertanyaan ini tidak benar.

Jember, 16 Januari 2019

Yang menyatakan,

Danang Dwi Cahyo  
NIM. 141710101019

**SKRIPSI**

**KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA DAN SIFAT FUNGSIONAL  
TEPUNG GAPLEK TERFERMENTASI**

Oleh

**Danang Dwi Cahyo**

**NIM. 141710101019**

Pembimbing :

Pembimbing Utama : Ahmad Nafi', S.TP, M.P.

Pembimbing Anggota : Ir. Giyarto, MSc

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “**Karakteristik Fisikokimia dan Sifat Fungsional Tepung Gaplek Terfermentasi**” karya Danang Dwi Cahyo NIM. 141710101019 telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Jember pada:

Hari : Senin  
Tanggal : 28 Januari 2019  
Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

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

Ir. Giyarto, MSc  
NIP. 196607181993031013

Penguji Utama

Penguji Anggota

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

Ardiyan Dwi M., S.TP., M.P.  
NRP. 760016797

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember

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



## RINGKASAN

**Karakteristik Fisikokimia dan Sifat Fungsional Tepung Gaplek Terfermentasi;** Danang Dwi Cahyo; 141710101019; 2019; halaman; Jurusan Teknologi Hasil Pertanian; Fakultas Teknologi Pertanian; Universitas Jember.

Tepung gaplek merupakan tepung yang diperoleh dari singkong yang diproses dengan cara fermentasi menggunakan teknik *chipping* dengan tujuan untuk mempercepat pengeringan. Tepung gaplek digunakan sebagai bahan baku mie Lethek di Kabupaten Bantul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yang sebelumnya difermentasi terlebih dahulu untuk mendapatkan karakteristik dan sifat fungsional yang dikehendaki. Berdasarkan karakteristik pati tepung gaplek, terfermentasi spontan asli dari pabriknya, mutu mie yang dihasilkan memiliki keistimewaan yaitu tidak mudah putus, tidak lengket dan memiliki tekstur yang lebih kenyal. Namun mie letheke yang dihasilkan memiliki aroma singkong dan berwarna coklat yang kurang menarik sehingga terkesan kotor, hal ini disebabkan karena mie letheke terbuat dari tepung gaplek yang mempunyai warna putih kecoklatan sehingga produk yang dihasilkan juga akan berwarna coklat. Upaya untuk memperbaiki kelemahan tersebut adalah melakukan percobaan teknik fermentasi tepung gaplek dengan beberapa faktor. Melalui beberapa teknik fermentasi, diharapkan dapat mengendalikan perbaikan karakteristik fisik dan fungsional tepung gaplek. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik fisikokimia dan sifat fungsional tepung gaplek hasil fermentasi dengan variasi jenis metode dan lama fermentasi.

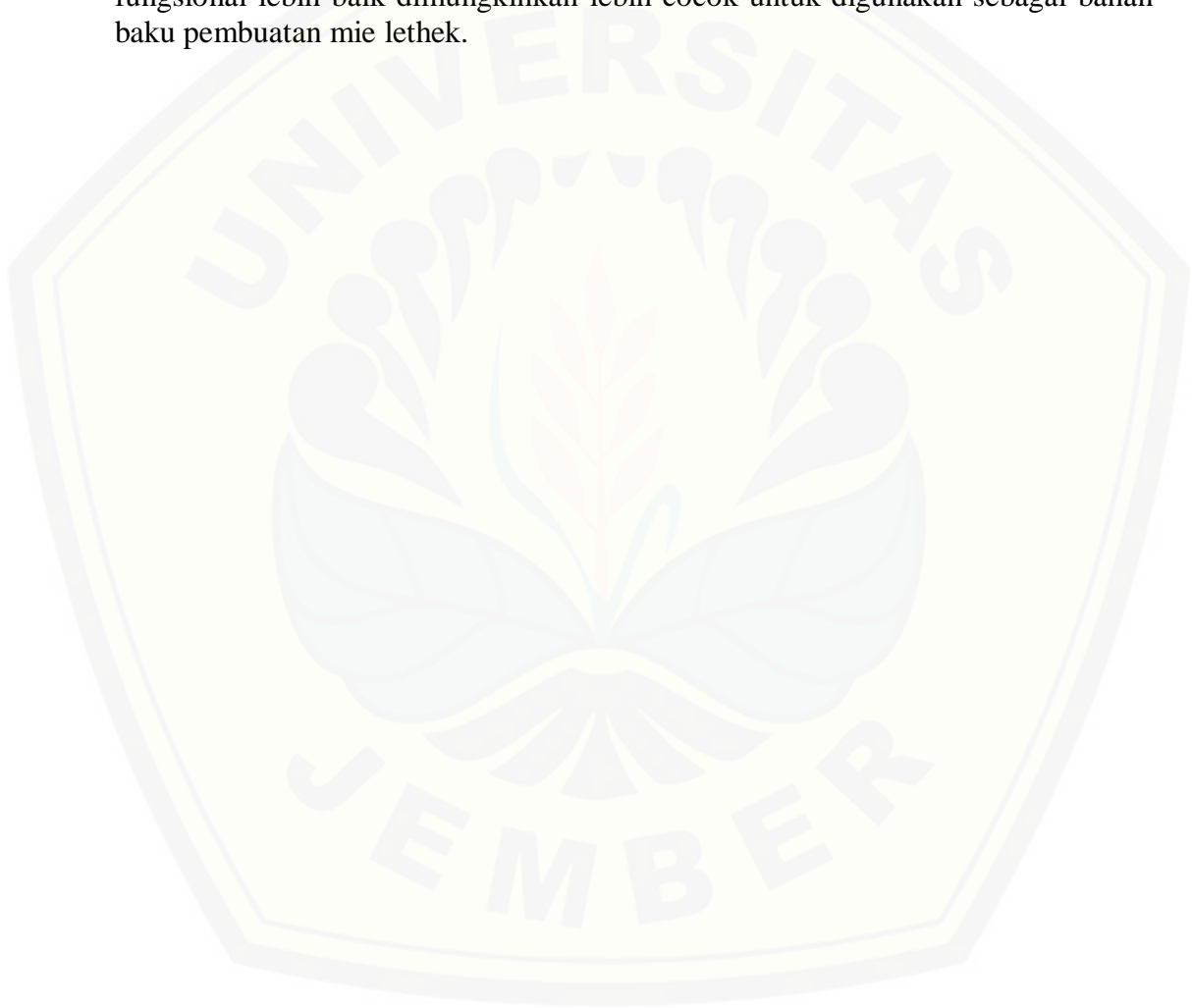
Penelitian ini dilaksanakan menggunakan rancangan acak lengkap menggunakan dua faktor. Faktor pertama metode fermentasi, sedangkan faktor kedua lama fermentasi. Metode fermentasi dibedakan menjadi tepung gaplek fermentasi dari pabrik (Yogyakarta), tepung gaplek fermentasi spontan di Jember dan tepung gaplek fermentasi dengan penambahan starter, sedangkan lama fermentasi terdiri atas 24 jam, 48 jam, dan 72 jam. Parameter penelitian ini antara lain derajat putih, *swelling power*, profil amilografi, dan profil granula pati. Data sifat fisikokimia dan sifat fungsional yang diperoleh dianalisis menggunakan ANOVA dengan program SPSS dengan taraf signifikansi 5%, apabila berbeda nyata dilanjutkan uji BNT (Beda Nyata Terkecil).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode dan lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap sifat fisik dan fungsional tepung gaplek. Nilai derajat putih pada tepung gaplek berkisar antara 71,18–77,17 g, morfologi granula pati pada tepung gaplek semakin lama fermentasi, semakin tinggi presentase granula pati liberasi dan pecah, nilai *swelling power* berkisar antar 2,34-9,58 g/g, sedangkan karakteristik amilografi pada tepung gaplek menghasilkan nilai PV yang berkisar 3560.00 – 5045.00, nilai BD berkisar 1208.00 – 3133.00 dan nilai SB berkisar 628.00 – 1788.00. Semakin lama fermentasi maka nilai derajat putih semakin meningkat dan *swelling power* mengalami penurunan pada lama fermentasi 72 jm, bentuk granula pati semakin tidak beraturan dan semakin banyak granula pati yang pecah. Sifat amilografi yaitu nilai *peak viscosity*, *minimum viscosity*, *breakdown*, *final viscosity*, *setback*, *peak time* dan *pasting*



*temperatur* pada tepung galek semakin besar. Selain itu, metode fermentasi dengan menggunakan inokulum BAL menghasilkan nilai *swelling power*, karakteristik morfologi granula pati, sifat amilografi yang lebih besar dibandingkan dengan fermentasi spontan, kecuali pada parameter derajat putih.

Perlakuan terbaik pada penelitian ini yaitu fermentasi dengan menggunakan inokulum BAL, hal ini disebabkan karena penambahan inokulum dalam fermentasi dapat menekan pertumbuhan mikroorganisme lain yang tidak diinginkan. Penggunaan inokulum sebagai *starter* pada produk-produk fermentasi terbukti menunjukkan hasil yang lebih baik, sehingga tepung galek pada fermentasi dengan menggunakan inokulum BAL yang memiliki sifat fisik dan fungsional lebih baik dimungkinkan lebih cocok untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan mie letek.



## SUMMARY

**Physicochemical and Functional Characteristics of Fermented Gapek Flour;** Danang Dwi Cahyo; 141710101019; 2019; page; Department of Agricultural Product Technology; Faculty of Agricultural Technology; University of Jember.

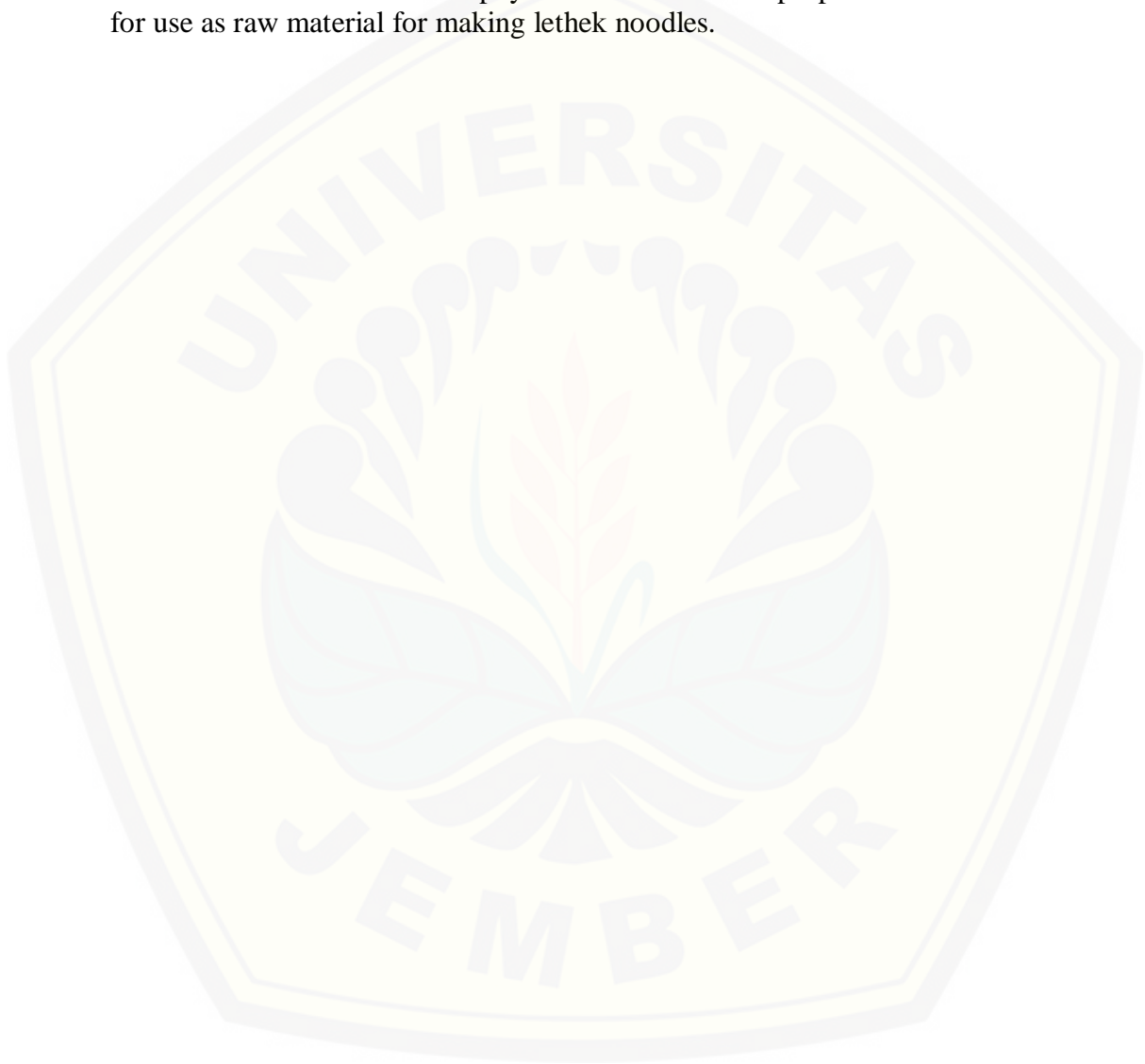
Cassava flour is flour obtained from cassava which is processed by fermentation using the chipping technique in order to accelerate drying. Cassava flour is used as raw material for Lethek Noodle in Bantul Regency, Yogyakarta Special Province which was previously fermented to get the desired characteristics and functional properties. Based on the characteristics of cassava flour starch, the original spontaneous fermentation of the factory, the quality of the noodles produced has a feature that is not easily broken, not sticky and has a more chewy texture. But the produced lethek noodles have an unattractive aroma of cassava and brown color which seems dirty, this is because the lethek noodles are made from cassava flour which has a brownish white color so the product produced will also be brown. The effort to correct this weakness is to conduct a cassava flour fermentation technique experiment with several factors. Through several Fermentation techniques, it is expected to control the improvement of physical and functional characteristics of cassava flour. Therefore, this study was conducted to determine the physicochemical characteristics and functional properties of fermented cassava flour with various types of methods and duration of fermentation.

This research was carried out using a completely randomized design using two factors. The first factor is the fermentation method, while the second factor is the duration of fermentation. Fermentation methods are divided into fermented cassava flour from the factory (Yogyakarta), spontaneous fermented cassava flour in Jember and fermented cassava flour with the addition of a starter, while the fermentation duration consists of 24 hours, 48 hours, and 72 hours. Parameters of this study include white degree, swelling power, amylographic profile, and starch granule profile. Functional physicochemical and siat properties data were analyzed using ANOVA with the SPSS program with a significance level of 5%, if significantly different continued the LSD test (Smallest Significant Difference).

The results showed that the method and duration of fermentation significantly affected the physical and functional properties of cassava flour. The value of the white degree in cassava flour ranged from 71.18 - 77.17 g, the morphology of starch granules in cassava flour is increasingly fermented, the higher the percentage of liberated and broken starch granules, the swelling power values range between 2.34-9.58 g / g, while the amylographic characteristics of cassava flour produce PV values ranging from 3560.00 - 5045.00, BD values range from 1208.00 - 3133.00 and SB values range from 628.00 - 1788.00. The longer the fermentation the white degree value increases and the swelling power decreases at a length of 72m fermentation, the shape of the starch granules becomes increasingly irregular and more and more broken starch granules. Amylographic properties of peak viscosity, minimum viscosity, breakdown, final viscosity, setback, peak time and pasting temperature in cassava flour are getting bigger. In

addition, the fermentation method using BAL inoculum produced swelling power values, morphological characteristics of starch granules, amylographic properties greater than spontaneous fermentation, except in the white degree parameters.

The best treatment in this study is fermentation using BAL inoculum, this is because the addition of inoculum in fermentation can suppress the growth of other unwanted microorganisms. The use of inoculum as a starter for fermented products has shown better results, so cassava flour in fermentation using BAL inoculums which have better physical and functional properties is more suitable for use as raw material for making letheK noodles.



## PRAKATA

Sujud syukur Alhamdulillah senantiasa penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat, hidayah, serta inayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Karakteristik Fisikokimia dan Sifat Fungsional Tepung Gaplek Terfermentasi” dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata satu (S1) di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh sebab itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng selaku Dekan Teknologi Pertanian Universitas Jember.
2. Dr. Ir. Jayus selaku Ketua jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
3. Ahmad Nafi', S.TP, M.P.selaku Dosen Pembimbing Akademik
4. Ahmad Nafi', S.TP, M.P.selaku dosen pembimbing utama dan Ir. Giyanto, MSc selaku dosen pembimbing anggota yang selalu membimbing serta memberikan ilmu demi kelancaran studi.
5. Dr. Maria Belgis, S.TP., M.P. dan Ardiyan Dwi Masahid S.TP, M.P. selaku dosen penguji skripsi yang telah memberikan saran dan evaluasi demi perbaikan skripsi yang saya susun.
6. Kedua orang tua saya, dan kakak saya, yang selalu mendoakan atas kelancaran saya dalam menyelesaikan studi.
7. Isnitzia Bellia Indiana yang telah menjadi teman seperjuangan dalam penelitian ini.
8. Rahma Ningtiyas yang telah menjadi support system disegala urusan.
9. Teman-teman seperjuangan THP 2014, khususnya THP A 2014 yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama pelaksanaan penelitian.
10. Seluruh pihak yang turut membantu dalam penyusunan skripsi baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa karya tulis ilmiah ini masih terdapat banyak kekurangan dan belum dapat dikatakan sempurna. Oleh karena itu saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak sangat diharapkan bagi sempurnanya laporan ini.

Jember, Januari 2019

Penulis



**DAFTAR ISI**

|   | Halaman |
|---|---------|
| <b>HALAMAN SAMPUL</b> .....   | i       |
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....  | ii      |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....                                    | iii     |
| <b>HALAMAN MOTTO</b> .....  | iv      |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....                                     | v       |
| <b>HALAMAN PEMBIMBING</b> .....                                     | vi      |
| <b>PENGESAHAN</b> .....   | vii     |
| <b>RINGKASAN</b> .....  | viii    |
| <b>SUMMARY</b> .....  | x       |
| <b>PRAKATA</b> .....  | xii     |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....   | xiv     |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....   | xvi     |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....  | xvii    |
| <b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....                                     | 1       |
| <b>1.1 Latar Belakang</b> .....                                     | 1       |
| <b>1.2 Perumusan Masalah</b> .....                                  | 2       |
| <b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....                                  | 2       |
| <b>1.4 Manfaat Penelitian</b> .....                                 | 3       |
| <b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....                                | 4       |
| <b>2.1 Perkembangan Singkong di Indonesia</b> .....                 | 4       |
| <b>2.2 Komposisi Nutrisi Singkong</b> .....                         | 5       |
| <b>2.3 Tepung Gaplek</b> .....                                      | 6       |
| <b>2.4 Pengolahan Gaplek</b> .....                                  | 9       |
| <b>2.5 Modifikasi Pati Singkong</b> .....                           | 9       |
| <b>2.6 <i>Lactobacillus plantarum</i></b> .....                     | 10      |
| <b>2.7 Sifat Amilografi</b> .....                                   | 11      |
| <b>2.8 Fermentasi</b> .....   | 13      |
| <b>2.9 Fermentasi Tepung Gaplek pada Pembuatan Mie Lethek</b> ..... | 15      |
| <b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....                               | 17      |

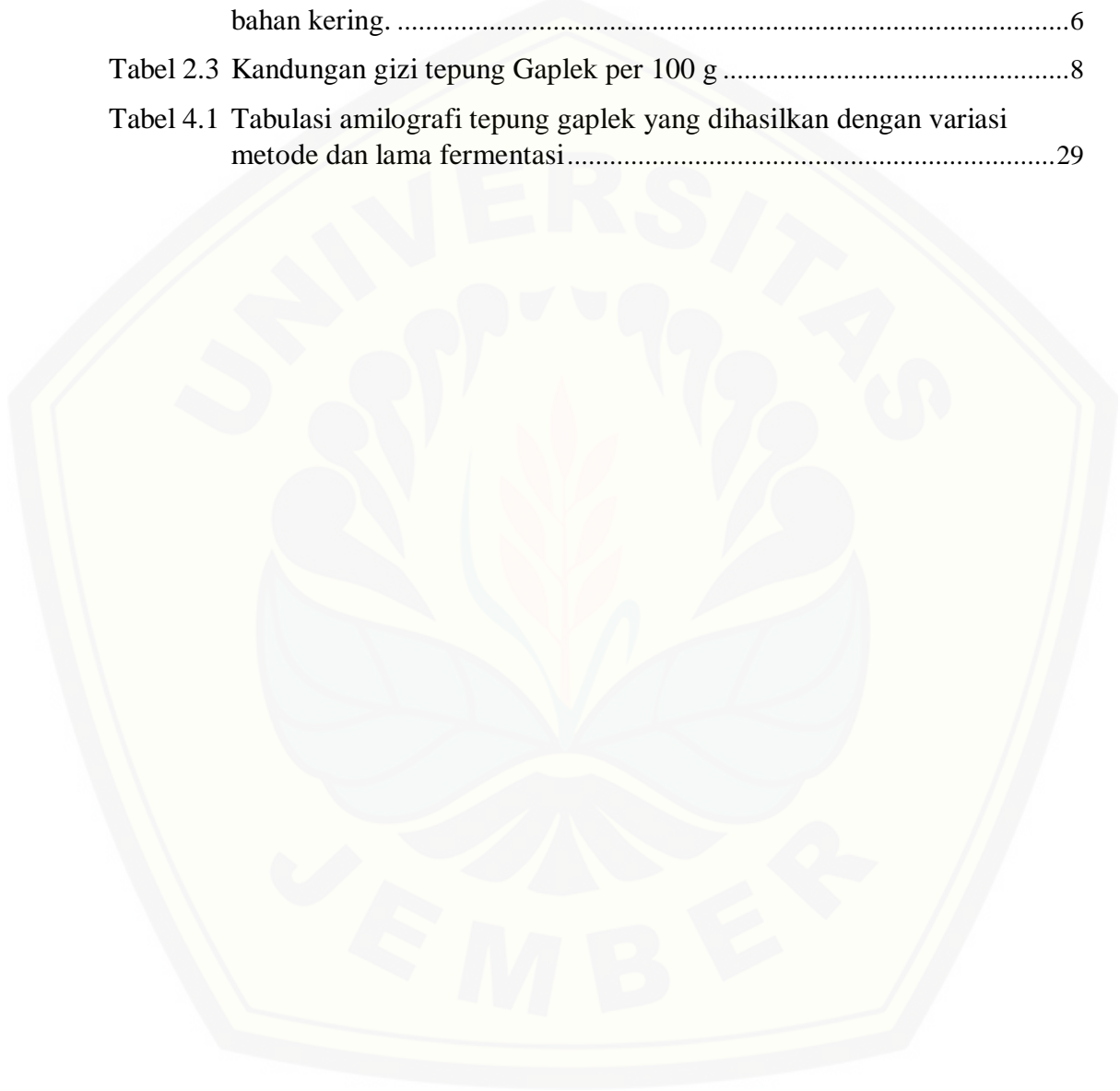


|  |    |
|--|----|
| <b>3.1 Tempat dan Waktu Penelitian</b> .....   | 17 |
| <b>3.2 Bahan dan Alat Penelitian</b> .....   | 17 |
| 3.2.1 Bahan Penelitian .....   | 17 |
| 3.2.2 Alat Penelitian.....   | 17 |
| <b>3.3 Pelaksanaan Penelitian</b> .....  | 18 |
| 3.3.1 Rancangan Penelitian.....  | 18 |
| 3.3.2 Tahapan Penelitian.....  | 18 |
| <b>3.4 Parameter Pengamatan</b> .....  | 19 |
| <b>3.5 Prosedur Analisis</b> .....   | 20 |
| 3.5.1 Derajat Putih (Hutching, 1999) .....   | 20 |
| 3.5.2 Pengamatan Granula Tepung Gapek dengan <i>Scanning Electrone<br/>Microscope</i> (SEM) (Mawarni, 2015)..... | 20 |
| 3.5.3 <i>Swelling Power</i> (Leach <i>et al.</i> , 1959).....  | 20 |
| 3.5.4 Profil Amilografi (USWA, 2007).....  | 21 |
| <b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....   | 22 |
| <b>4.1 Derajat Putih</b> .....   | 22 |
| <b>4.2 Karakteristik Morfologi Granula Pati Tepung Gapek Terfermentasi</b> ..                                    | 24 |
| <b>4.3 <i>Swelling Power</i></b> .....   | 26 |
| <b>4.4 Karakteristik Profil Amilografi</b> .....   | 28 |
| <b>BAB 5. PENUTUP</b> .....  | 33 |
| <b>5.1 Kesimpulan</b> .....  | 33 |
| <b>5.2 Saran</b> .....   | 33 |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....  | 34 |
| <b>LAMPIRAN</b> .....  | 39 |
| <b>DOKUMENTASI</b> .....   | 48 |



**DAFTAR TABEL**

|  | Halaman |
|--|---------|
| Tabel 2.1 Rata-rata luas panen, produksi, produktivitas dan rata-rata pertumbuhan singkong di Jawa dan luar Jawa ..... | 4       |
| Tabel 2.2 Komposisi kimia singkong pada beberapa bagiannya berdasarkan bahan kering. ....                              | 6       |
| Tabel 2.3 Kandungan gizi tepung Gaplek per 100 g .....   | 8       |
| Tabel 4.1 Tabulasi amilografi tepung gaplek yang dihasilkan dengan variasi metode dan lama fermentasi .....            | 29      |



**DAFTAR GAMBAR**

|   | Halaman |
|---|---------|
| Gambar 3.1 Diagram alir penyiapan tepung gaplek.....  | 7       |
| Gambar 3.2 Diagram alir pembuatan starter.....  | 18      |
| Gambar 3.3 Diagram alir tahap penelitian tepung gaplek terfermentasi. ....  | 19      |
| Gambar 4.1 Diagram batang nilai derajat putih tepung gaplek dengan metode dan lama fermentasi. ....   | 22      |
| Gambar 4.2 Granula pati tepung gaplek dengan lama fermentasi 24, 48, dan 72 jam (B), serta metode spontan Jogja, spontan Jember, dan terkontrol (A). .... | 24      |
| Gambar 4.3 Diagram batang nilai <i>swelling power</i> tepung gaplek yang dihasilkan dengan variasi metode dan lama fermentasi. ....                       | 26      |
| Gambar 4.4 Kurva Amilografi tepung gaplek yang dihasilkan dengan variasi metode dan lama fermentasi. ....   | 28      |

DAFTAR LAMPIRAN

|  | Halaman |
|--|---------|
| <b>1. Lampiran perhitungan</b> .....   | 39      |
| a. Derajat putih .....   | 39      |
| b. <i>Swelling power</i> .....   | 40      |
| c. Lampiran gambar SEM .....   | 42      |
| d. Diagram RVA .....   | 44      |
| <b>2. Lampiran Pembuatan Media</b> .....   | 47      |
| <b>DOKUMENTASI</b> .....   | 48      |
| 1. Pembuatan Kultur Stok Bakteri Asam Laktat ( <i>Lactobacillus plantarum</i> )..... | 48      |
| 2. Analisis Derajat Putih .....  | 49      |
| 3. Analisis <i>Scanning Electronic Microscope</i> (SEM).....                         | 49      |
| 4. Analisis <i>Swelling Power</i> .....  | 50      |
| 5. Analisis <i>Rapid Visco Analyzer</i> (RVA).....                                   | 51      |

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Singkong segar memiliki umur simpan singkat (berkisar 3 hari) dan mudah rusak. Apabila disimpan lebih lama, maka warnanya akan berubah menjadi coklat kebiruan. Berdasarkan kondisi itu, singkong harus segera dikonsumsi atau diolah lebih lanjut menjadi bahan setengah jadi. Bentuk olahan setengah jadi dari singkong antara lain berupa gablek (*chips*) dan tepung atau pati (tapioka). Pembuatan gablek yang bermutu tinggi dilakukan dengan menggunakan sistem *chipping*. Teknik *chipping* dapat mempercepat pengeringan, sehingga dihasilkan mutu tepung yang baik.

Tepung gablek telah diolah menjadimie Lethekdi Kabupaten Bantul Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Proses pembuatan mie Lethek berbeda dengan pembuatan mie pada umumnya yaitu pada proses pencampuran masih menggunakan cara tradisional dengan bantuan tenaga sapi, selain itu bahan baku pembuatan mie Lethek (tepung gablek) masih dilakukan fermentasi secara spontan. Fermentasi dilakukan selama 2-3 hari. Tepung gablek hasil fermentasi diformulasi dengan tepung tapioka untuk dibuat adonan. Tepung tapioka yang ditambahkan sebanyak 40%. Mie lethek yang diolah secara tradisional memiliki keistimewaan yaitu tidak mudah putus, tidak lengket, memiliki tekstur yang lebih kenyal, dan memiliki bentuk yang sama dengan sohun. Namun mutu mie Lethek yang dihasilkan memiliki aroma singkong danberwarna coklat yang kurang menarik serta produk akhirnya yang terkadang tidak menentu karena modifikasinya yang belum terkontrol. Menurut Kusnanda (2014), hal ini menjadi salah satu masalah sehingga mie cenderung kurang diminati oleh konsumen. Kesan kurang menarik disebabkan karena fermentasi dari tepung gablek sehingga menghasilkan karakteristik mie yang tidak konstan.

Fermentasi tepung gablek dimaksudkan untuk memodifikasi pati tepung gablek. Tepung gablek terfermentasi memiliki sifat utama adalah kelembutan (lolos 80 – 100 mesh), viskositas naik, kemampuan membentuk gel lebih besar dan stabil, kadar air kurang 14%, berserat tinggi, cita-rasa singkong berkurang,

dan HCN berkurang. Pengendalian teknologi fermentasi tepung galek diharapkan dapat menghasilkan tepung dengan sifat yang dikehendaki. Melalui fermentasi yang terkontrol diharapkan terjadi perombakan senyawa kompleks karbohidrat dalam tepung galek menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana dan memiliki daya cerna tinggi (Sylvia, 2009), sehingga mutu mie yang dihasilkan tidak berubah-ubah.

## 1.2 Perumusan Masalah

Pati tepung galek dapat diupayakan memiliki sifat yang diinginkan dengan upaya perbaikan pengolahan tepung galek. Teknik untuk perbaikan sifat tepung galek yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan fermentasi tepung galek. Perlakuan fermentasi pada tepung galek dapat mengubah struktur pati tepung galek menjadi lebih sederhana, yang kemungkinan besar akibat hidrolisis oleh senyawa metabolit dari mikroba jenis BAL yang terbentuk selama fermentasi. Perubahan struktur pati akibat fermentasi tersebut akan diikuti perubahan sifat fisikokimia dan mikrostruktur tepung galek. Pengendalian karakteristik pati tepung galek dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan produk olahan yang mutunya lebih baik.

Perubahan struktur pati tepung galek dipengaruhi oleh kesempurnaan fermentasi yang dilakukan. Penggunaan lama fermentasi yang tidak tepat dapat menghasilkan karakteristik tepung yang kurang baik sebagai bahan baku pembuatan mie. Oleh karena itu, teknik fermentasi pada pengolahan tepung galek perlu dikaji, untuk aspek metode dan lama fermentasi. Harapannya dapat dihasilkan tepung galek terfermentasi yang memiliki sifat baik untuk pembuatan mie.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini, yaitu sebagai berikut :

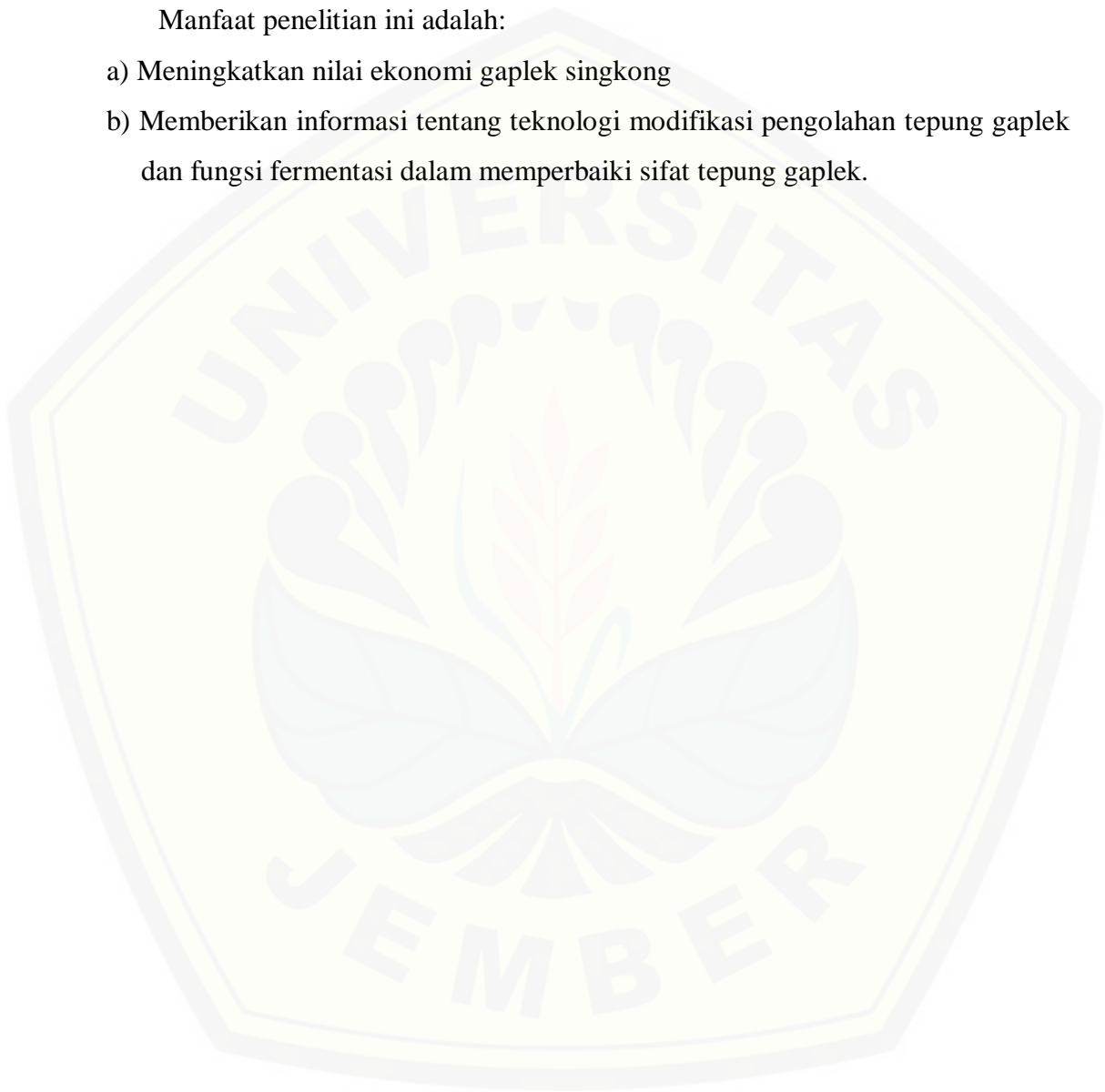
1. Untuk mengetahui karakteristik fisikokimia dan sifat fungsional tepung galek hasil fermentasi dengan variasi jenis metode dan lama fermentasi.

2. Untuk mengetahui perlakuan terbaik dengan variasi jenis metode dan lama fermentasi

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah:

- a) Meningkatkan nilai ekonomi gaplek singkong
- b) Memberikan informasi tentang teknologi modifikasi pengolahan tepung gaplek dan fungsi fermentasi dalam memperbaiki sifat tepung gaplek.





## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Perkembangan Singkong di Indonesia

Singkong memiliki peran penting dalam sektor pertanian. Antara tahun 1980 - 2011, dalam skala global luas panen singkong meningkat sebesar 44 persen, dari 13,6 juta menjadi 19,6 juta hektar. Pada periode yang sama, produksi singkong dunia naik lebih dari dua kali lipat, dari 124 juta menjadi 252 juta ton (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*, 2013). Pertumbuhan populasi di negara-negara penghasil singkong akan tetap menyediakan pasar dalam negeri. Banyak negara sudah mulai memproduksi singkong, sehingga pasar internasional menjadi lebih kompetitif (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*, 2013). Singkong memiliki kontribusi penting untuk pertumbuhan ekonomi yang dapat diolah menjadi berbagai produk makanan, baik untuk konsumsi lokal maupun ekspor, sebab singkong mengandung pati yang dapat bersaing dengan bahan baku lainnya.

Tabel 2.1 Rata-rata luas panen, produksi, produktivitas dan rata-rata pertumbuhan singkong di Jawa dan luar Jawa

| Wilayah                                     | Tahun     | Luas Panen (Ha) | Pertumb. (%) | Produksi (Ton) | Pertumb.(%) | Produktivitas (Ku/Ha) | Pertumb. (%) |
|---|-----------|-----------------|--------------|----------------|-------------|-----------------------|--------------|
| Jawa  | 1980-2015 | 680.754         | -2,05        | 9.769.489      | 0,44        | 150,15                | 2,74         |
|   | 2011-2015 | 500.732         | -5,03        | 10.905.536     | 1,08        | 218,81                | 5,08         |
| Luar Jawa                                   | 1980-2015 | 547.894         | 1,01         | 7.819.613      | 3,97        | 140,07                | 2,78         |
|   | 2011-2015 | 579.268         | -5,31        | 13.007.509     | -0,94       | 225,13                | 2,84         |
| Indonesia                                   | 1980-2015 | 1.228.648       | -0,87        | 17.565.202     | 1,77        | 145,55                | 2,68         |
|   | 2011-2015 | 1.080.000       | -5,19        | 23.912.914     | -0,06       | 222,19                | 3,84         |
| Kontribusi Terhadap Indonesia 1980-2015 (%) |           |                 |              |                |             |                       |              |
| Jawa  |           | 55,41           |              | 55,62          |             |                       |              |
| Luar Jawa                                   |           | 44,59           |              | 44,52          |             |                       |              |
| Kontribusi Terhadap Indonesia 2011-2015 (%) |           |                 |              |                |             |                       |              |
| Jawa  |           | 46,36           |              | 45,61          |             |                       |              |
| Luar Jawa                                   |           | 53,64           |              | 54,4           |             |                       |              |

Keterangan : \*) Angka Ramalan I

Sumber : BPS, diolah Pusdatin 2016.



Perkembangan luas panen ubi kayu di Jawa dan di Luar Jawa sangat berbeda. Pada periode 1980 – 2015 secara rata-rata luas panen ubi kayu di Jawa turun sebesar 2,05% per tahun, sementara pertumbuhan luas panen di Luar Jawa justru meningkat sebesar 1,01% per tahun. Pada periode lima tahun terakhir, pertumbuhan luas panen ubi kayu di Jawa mengalami penurunan sangat signifikan yaitu sebesar 5,03% per tahun, dan Luas panen di Pulau Luar Jawa mengalami penurunan sedikit lebih besar yaitu sebesar 5,31% per tahun, sehingga menyebabkan penurunan luas panen ubi kayu Indonesia sebesar 5,19% per tahun. Pola pertumbuhan produktivitas ubi kayu Indonesia menunjukkan polayang berbeda dibandingkan dengan pola luas panen, cenderung meningkat sejak tahun 1980 hingga 2015 dengan pertumbuhan rata-rata per tahun sebesar 2,68% (BPS, 2016).

Selama periode lima tahun terakhir (tahun 2011-2015) perkembangan produktivitas ubi kayu Indonesia mengalami peningkatan sebesar 3,84% per tahun sebagai akibat peningkatan produktivitas di Pulau Jawa sebesar 5,08%, dan peningkatan produktivitas rata-rata di luar Pulau Jawa lebih rendah yaitu sebesar 2,84% per tahun. Peningkatan produktivitas ubi kayu pada periode tersebut di picu oleh peningkatan pertumbuhan produktivitas di tahun 1990 sebesar 21,41% dan tahun 2003 sebesar 11,87%. Peningkatan produktivitas ubi kayu lima tahun terakhir terlihat lebih tinggi, di Jawa mencapai 5,08% dan di Luar Jawa 2,84% (BPS, 2016).

## 2.2 Komposisi Nutrisi Singkong

Singkong memiliki kandungan protein rendah (0,7% hingga 1,3% berat singkong segar (Ngiki *et al.*, 2014)). Kandungan protein tepung singkong, kulit dan daun juga rendah, masing-masing sekitar 3,6%, 5,5% dan 21% (Iyayi dan Losel, 2001). Nagib dan Sousa (2007), total kandungan asam amino dari singkong adalah sekitar 0,254 g/100 g dan lisin sebanyak 0,010 g/100 g. Protein dalam singkong memiliki kandungan arginin yang tinggi, tetapi kandungan metioninnya, teonin, sistein, fenilalanin, isoleusin dan kandungan prolinnya rendah. Kandungan protein ubi kayu dapat ditingkatkan dengan penambahan sumber protein

dengan fermentasi singkong. Oboh dan Kindahunsi (2005), menemukan bahwa fermentasi tepung singkong kandungan protein meningkat dari 3,3% menjadi 10,9% dan mengurangi kadar HCN. Kandungan lemak singkong sangat rendah. Gomes *et al.*, (2005), singkong hanya mengandung 0,1% lemak, dibandingkan dengan jagung yang memiliki sekitar 6%.

Singkong mengandung pati yang sangat mudah dicerna. Gomes *et al.*, (2005) dan Promthong *et al.*, (2005), membandingkan pati singkong dengan jagung pati dan menemukan bahwa pati singkong mengandung 17% amilosa dan 83% amilopektin, dibandingkan dengan pati jagung yang memiliki 28% amilosa dan 72% amilopektin. Tingkat amilopektin relatif tinggi sehingga pati yang dapat dicerna lebih tinggi pada singkong dibandingkan dengan sumber pati umum lainnya yang berasal dari hewan. Singkong mentah mengandung sekitar 75,38% pati resisten (Onyango *et al.*, 2006). Amilosa menjadi pati resisten dengan kristalisasi, sebagai hasil dari rantai elongasi oleh pembentukan heliks ganda antara amilosa molekul. Rantai yang memanjang ini menjadi terlipat dan membentuk struktur padat yang distabilkan oleh ikatan hidrogen. Beberapa kandungan dari setiap bagian singkong dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Komposisi kimia singkong pada beberapa bagiannya berdasarkan bahan kering.

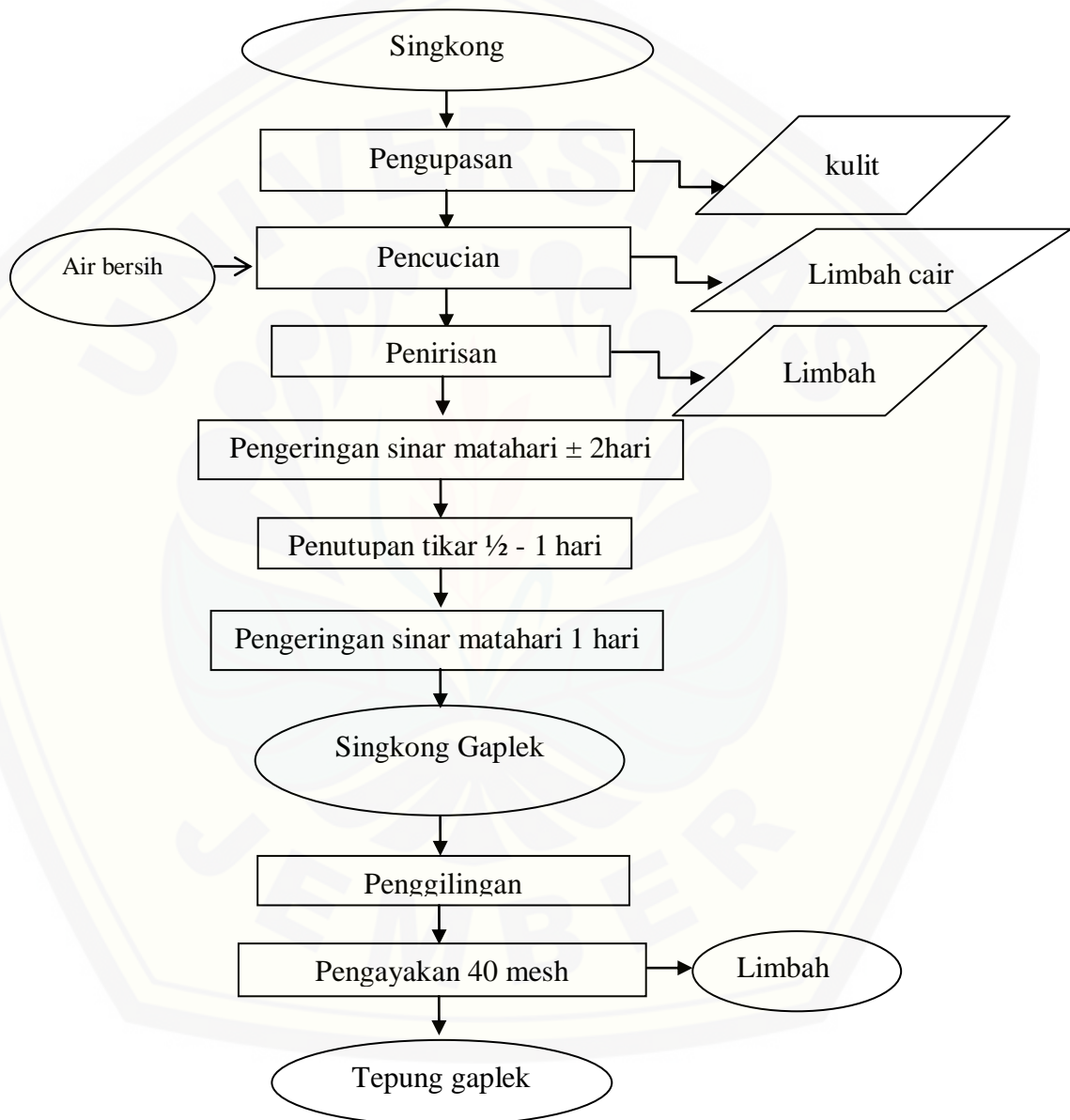
| Kandungan nutrisi | Umbi (%) | Kulit (%) |
|-------------------|----------|-----------|
| Protein kasar     | 1,7      | 4,8       |
| Serat kasar       | 3,2      | 21,2      |
| Ekstrak eter      | 0,8      | 1,22      |
| Abu               | 2,2      | 4,2       |
| Ekstrak tanpa N   | 92,1     | 68        |
| Ca                | 0,091    | 0,36      |
| Mg                | 0,012    | 0,227     |
| Energi metabolis  | 1560     | 2960      |

Sumber: Davendra (1997) dalam Hasrianti (2012).

### 2.3 Tepung Gaplek

Kandungan karbohidrat tepung gaplek ini lebih tinggi mencapai 88,20 g/100 g. Dibandingkan dengan sumber karbohidrat lain, misalnya beras, jagung, ataupun gandum, tepung gaplek mempunyai kandungan serat yang cukup tinggi

dan kandungan gula yang rendah. Oleh karena itu tepung gaplek sangat baik bagi pencernaan. Berdasarkan kandungan kalsium, tepung gaplek lebih unggul dan kandungan fosfornya juga tinggi, sementara kandungan zat besinya juga hampir sama (Siswono, 2005). Cara pembuatan singkong gaplek dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Diagram alir penyiapan tepung gaplek (Esti dan Prihatman, 2000).

Tepung gaplek sebagai sampel pada penelitian diambil dari pabrik pengolahan mie Lethek. Tujuan dari penggaplekan singkong yaitu untuk mengawetkan singkong. Pembuatan singkong gaplek merupakan proses yang sederhana, yaitu

pencucian singkong sampai bersih. Lalu, singkong dipotong menjadi kepingan dengan maksud untuk mempercepat proses pengeringan. Kemudian singkong dijemur dibawah sinar matahari selama 2 hari. Setelah itu, singkong ditutup dengan tikar selama 1 hari dengan tujuan untuk menumbuhkan jamur yang berfungsi mengurangi kadar HCN singkong dan dijemur lagi sampai kering. Singkong yang sudah dalam bentuk *chips* gaplek digiling menggunakan mesin penggiling. Setelah menjadi tepung, lalu diayak menggunakan ayakan 100 mesh.

Kelebihan dari tepung gaplek yang utama adalah kaya akan karbohidrat (Soebianto, 1993). Ditinjau dari kandungan kalori dan zat yang ada didalamnya, tepung gaplek bisa digunakan sebagai bahan makanan alternative untuk menggantikan bahan makanan lain yang selama ini digunakan. Tepung gaplek merupakan bahan makanan sumber karbohidrat yang cukup baik, karena dalam tiap 100 g-nya terkandung karbohidrat sebesar 88,20 g. Tepung gaplek mempunyai kandungan serat yang cukup tinggi dan kandungan gula yang rendah, oleh karena itu tepung gaplek sangat baik bagi pencernaan, kandungan kolesterolnya rendah, dan dapat mencegah beberapa penyakit misalnya diabetes, jantung, dan tekanan darah tinggi. Berdasarkan kandungan kalsium, tepung gaplek lebih unggul karena dalam tiap 100 g – nya terkandung kalsium 84,00 mg dan kandungan fosfornya juga tinggi 125,00 mg (Soetanto,2008). Kandungan gizi tepung gaplek dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Kandungan gizi tepung Gaplek per 100 g

| Kandungan Gizi  | Tepung Gaplek |
|-----------------|---------------|
| Kalori (kal)    | 363           |
| Air (g)         | 9,1           |
| Protein (g)     | 1,1           |
| Lemak (g)       | 0,5           |
| Karbohidrat (g) | 88,2          |
| kalsium (mg)    | 84            |
| Fosfor (mg)     | 125           |
| Zat besi (mg)   | 1             |
| Vit. B1 (mg)    | 0,04          |
| Vit A (SI)      | 0             |

Sumber : Direktorat Gizi Depkes RI, 1981.

## 2.4 Pengolahan Gaplek

Gaplek (*Euphorbiaceae*) dalam penelitian ini mengambil jenis gaplek irisan (*slice*). Gaplek irisan (*slice*) adalah singkong kupasan tipis–tipis. Pengirisan tersebut dimaksudkan untuk mempercepat proses pengeringan sinar matahari. Hasil irisan dijemur dengan menggunakan nampan yang terbuat dari anyaman bambu sampai kadar air kurang lebih 14% (selama 1 atau 2 hari). Setelah gaplek kering, kemudian gaplek disimpan pada ruangan yang bersih dari kotoran (*higienis*) dan ditambahkan kapur serta ditutupi dengan tikar atau karung goni untuk memperkecil tingkat keracunan jamur yang tumbuh. Penyimpanan gaplek dapat dilakukan setelah kadar air tidak lebih dari 14%. Setelah disimpan, kemudian gaplek dijemur kembali dibawah sinar matahari selama 1 hari (Esti dan Prihatman, 2000).

Gaplek merupakan bahan pangan yang mudah didapat dengan harga relatif murah dan tidak mengenal musim. Gaplek banyak dikonsumsi dalam bentuk makanan dan dapat dikonsumsi setiap hari dan biasanya gaplek hanya direbus atau digoreng saja, gaplek juga dapat diujakan dalam bentuk gethuk, ceriping (Jawa), gaplek, tiwul, gatot (Gunung Kidul), slondok, potel (Magelang). Selain itu gaplek juga digunakan sebagai bahan baku dalam industri makanan dan industri obat – obatan (Suprapti, 2002). Gaplek dapat dimanfaatkan secara luas melalui diversifikasi pangan, salah satu caranya dengan mengolah gaplek menjadi tepung gaplek dan diolah kembali menjadi prodak baru.

Tepung gaplek merupakan bahan baku setengah jadi yang mempunyai potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku industri makanan. Tepung gaplek pun mempunyai kegunaan yang cukup banyak dalam pengolahan makanan seperti halnya tepung terigu, tepung gaplek dapat digunakan pula sebagai bahan utama ataupun bahan campuran dalam pembuatan roti, kue – kue, mie dan makanan bayi ataupun produk olahan makanan lain.

## 2.5 Modifikasi Pati Singkong

Modifikasi pati dilakukan untuk memperluas sifat fungsional sertasifat kimia dan atau sifat fisik pati secaraalami. Modifikasi pati dapat dilakukan dengan cara



memotong struktur molekul, menyusun kembali struktur molekul, oksidasi, atau melakukan substitusi gugus kimia pada molekul pati (Wurzburg, 1989). Setiap jenis pati memiliki karakteristik dan sifat fungsional yang berbeda. Peningkatan sifat fungsional dan karakteristik pati dapat diperoleh melalui modifikasi pati (Manuel, 1996). Pati modifikasi adalah pati yang telah diubah sifataslinya, yaitu sifat kimia dan/atau fisiknya sehingga mempunyai karakteristik sesuai dengan yang dikehendaki (Wurzburg, 1989). Pati termodifikasi adalah pati yang telah mengalami perlakuan fisik atau kimia secara terkendali sehingga mengubah satu atau lebih dari sifat asalnya, seperti suhu awal gelatinisasi, karakteristik selama proses gelatinisasi, ketahanan oleh pemanasan, pengasaman dan pengadukan, serta kecenderungan retrodegrasi (Kusnandar, 2010)..

Flenche (1985), mendefinisikan pati termodifikasi sebagai pati dimana gugus hidroksilnya telah diubah lewat suatu reaksi kimia seperti esterifikasi, eterifikasi atau oksidasi atau dengan mengganggu struktur awalnya. Wurzburg (1989) menambahkan bahwa pati termodifikasi adalah pati yang diberi perlakuan tertentu dengan tujuan untuk menghasilkan sifat yang lebih baik untuk memperbaiki sifat sebelumnya atau untuk merubah beberapa sifat lainnya. Perlakuan ini dapat mencakup penggunaan panas, asam, alkali, zat pengoksidasi atau bahan kimia lainnya yang akan menghasilkan gugus kimia baru dan atau perubahan bentuk, ukuran, serta struktur molekul pati. Perlakuan ini diberikan karena proses modifikasi pati dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu ukuran partikel, temperatur, waktu reaksi, dan perbandingan berat air terhadap pati.

Modifikasi pati dirancang untuk mengubah karakteristik gelatinisasi, hubungan padatan dan kekentalan, kecenderungan pembentukan gel pada dispersi pati, sifat hidrofilik, kekuatan menahan air pada dispersi pati saat suhu rendah, ketahanan dispersi terhadap penurunan kekentalan oleh asam, maupun perusakan secara fisik dan memasukkan sifat ionisasi pati asal (Jacobs dan Delcour, 1998).

## **2.6 *Lactobacillus plantarum***

*Lactobacillus plantarum* termasuk salah satu spesies *Lactobacillus* yang sering ditemui pada pickel, dan sawi asin. *Lactobacillus plantarum* merupakan

bakteri asam laktat yang utama dan akhir pada proses fermentasi sayuran. Hal tersebut dikarenakan bakteri ini memiliki perbedaan metabolisme dan toleran terhadap kondisi pH rendah. *Lactobacillus plantarum* berbentuk batang lurus dengan kisaran lebar 0,9-1,2  $\mu\text{m}$  dan panjang 3-8  $\mu\text{m}$ , berukuran tunggal atau membentuk rantai pendek serta merupakan Gram-positif (Li, 2004). *Lactobacillus plantarum* mampu memfermentasi glukosa membentuk produk asam D-L-laktat tanpa gas atau dikatakan bersifat homofermentatif. Bakteri ini juga dapat memfermentasi amigladin, selobiosa, laktosa, manitol, sukrosa, galaktosa, maltosa, sorbitol, dan trehalosa. Kemampuan dalam memfermentasi melibiosa dan rafinosa membedakan *L. plantarum* dengan *L. Casei* (Ono *et al.*, 1992). Koloni *L. plantarum* berwarna putih atau kuning, mempunyai ciri-ciri bulat, licin, padat, putih, berdiameter 3 mm, bersifat anaerobik fakultatif. Bakteri ini dapat tumbuh pada suhu 15°C pada umumnya dan tidak dapat tumbuh pada suhu 45°C, dengan suhu optimalnya berkisar 30-35°C (Gilliland, 1986).

## 2.7 Sifat Amilografi

Karakteristik sifat fungsional diperlukan untuk mendapatkan informasi tentang potensi penggunaannya pada proses pengolahan komersial. Menurut Sira (2000), karakteristik sifat fungsional yang penting dapat dilihat melalui profil gelatinisasinya. Gelatinisasi berarti pemecahan ikatan intermolekuler dengan meningkatnya suhu, dan sisi yang mengikat hidrogen menyerap air lebih banyak sehingga meningkatkan kekacauan struktur, menurunkan daerah kristalisasi dan kehilangan *birefringence*. Pati dengan kadar amilosa tinggi sulit tergelatinisasi dan dapat membentuk film atau serat dengan kelarutan yang lebih tinggi dan pengembangan pada kondisi alkali. Strukturnya yang berupa rantai heliks dapat memerangkap asam lemak dan menghambat pengembangan granula.

Pembentukan adonan merupakan fenomena yang mengikuti proses gelatinisasi pada pati yang dilarutkan. Hal ini termasuk pengembangan granula, keluarnya komponen-komponen molekuler dari granula dan pada akhirnya terjadilah kekacauan total pada granula. Retrogradasi berhubungan dengan jumlah percabangan. Ikatan hidrogen antara gugus hidroksil pada amilosa dalam pati



tergelatinisasi selama pendinginan menghasilkan retrogradasi. Pati dengan amilopektin tinggi akan teretrogradasi saat dibekukan.

Gelatinisasi merupakan proses pembengkakan granula diikuti berubahnya struktur granula dan hilangnya sifat kristalin. Sebelum granula berubah, beberapa bahan (terutama amilosa) mulai terpisah dari granula. Komponen-komponen yang terpisah meningkat dengan meningkatnya berat molekul dan lebih meningkat lagi dengan meningkatnya suhu (Pretience *et al.*, 1992). Tetapi tidak semua amilosa terpisah selama gelatinisasi (Ellies *et al.*, 1988). Perubahan morfologis granula pati selama pengembangan tergantung pada sifat alami pati itu sendiri. Kemampuan pembengkakan granula biasanya dihitung dengan daya pengembangan (berat pengembangan granula yang tersedimentasi tiap gram pati kering) atau volume pengembangan (volume granula yang mengembang tiap gram pati kering) pada suhu tertentu (Konik, 2001).

Sifat-sifat pengembangan pati tidak hanya pada sifat patinya tetapi juga tergantung pada kadar amilosa. Sifat-sifat adonan pati sangat penting untuk karakteristik pati dan aplikasinya. Informasi yang penting seperti suhu gelatinisasi, viskositas maksimum, dan viskositas balik dapat ditentukan dengan *Rapis Visco Analyzer* (Chen, 2003). Sifat-sifat adonan ini sangat berguna sebagai indikator pada aplikasi pati. Beberapa sifatnya, meliputi:

1. Viskositas maksimum ( $V_m$ ) adalah nilai maksimum viskositas yang dicapai selama proses pemanasan.
2. Viskositas panas ( $V_p$ ) adalah viskositas yang dicapai pada suhu  $95^\circ\text{C}$ .
3. Viskositas panas 10 menit ( $V_{p10}$ ) adalah viskositas yang dicapai setelah dipertahankan 10 menit pada suhu  $95^\circ\text{C}$ .
4. Viskositas dingin ( $V_d$ ) adalah viskositas yang dicapai pada waktu pendinginan mencapai suhu  $50^\circ\text{C}$ .

Selain itu ada sifat-sifat lain yang diperoleh dengan cara menghitung dari sifat-sifat diatas yaitu:

1. *Breakdown viscosity* (BD) =  $V_p - V_{p10}$
2. *Setback viscosity* (SV) =  $V_d - V_m$

3. Rasio perbandingan antara viskositas dingin dan viskositas 10 menit =  
Selama penyimpanan, adonan menjadi keruh dan biasanya terbentuk endapan yang tidak larut.

Hal ini disebabkan oleh rekristalinisasi molekul pati. Pada awalnya amilosa membentuk rantai double helix yang diikuti pengumpulan helix-helix. Fenomena ini disebut retrogradasi. Retrogradasi adalah proses yang terjadi ketika molekul-molekul pati tergelatinisasi mulai bergabung kembali membentuk suatu struktur tertentu yang merupakan proses larutnya rantai linier polisakarida dan mengurangi kelarutan molekul. Fenomena retrogradasi merupakan hasil ikatan hidrogen antara molekul pati yang mempunyai gugus hidroksil dan sisi penerima hidrogen. Pada tahap awal, dua atau lebih rantai molekul pati membentuk ikatan sederhana yang dapat berkembang lebih luas pada suatu bagian secara teratur yang akhirnya membentuk daerah kristalin.

Amilosa merupakan penyebab utama terjadinya retrogradasi dalam waktu singkat karena molekul amilosa terdiri dari rantai paralel. Retrogradasi dalam waktu lama ditunjukkan dengan rekristalisasi yang terjadi secara lambat pada bagian luar molekul amilopektin (Daniel dan Weaver, 2000). Amilopektin yang terrekristalisasi dalam gel yang teretrogradasi dapat meleleh pada suhu 55°C, sementara amilosa yang terrekristalisasi suhu pelelehannya mencapai 130°C (Zhang dan Jackson, 1992). Kecepatan dan jumlah retrogradasi meningkat dengan meningkatnya jumlah amilosa. Pada pati yang alami, retrogradasi juga tergantung pada konsentrasi pati, suhu penyimpanan, pH, suhu proses dan kondisi adonan. Retrogradasi umumnya dipicu oleh konsentrasi pati yang tinggi, suhu penyimpanan rendah dan pH antara 5 sampai 7. Garam-garam anion dan kation monovalen dapat memicu terjadinya retrogradasi pati (Chen, 2003).

## 2.8 Fermentasi

Fardiaz (1992), mendefinisikan fermentasi sebagai proses pemecahan karbohidrat dan asam amino secara anerobik, yaitu tanpa memerlukan oksigen. Senyawa yang dapat dipecah dalam fermentasi terutama karbohidrat, sedangkan asam amino hanya dapat difermentasi oleh beberapa jenis bakteri tertentu.

Satiawihardja (1992), mendefinisikan fermentasi dengan suatu proses dimana komponen-komponen kimiawi dihasilkan sebagai akibat adanya pertumbuhan maupun metabolisme mikroba. Pengertian ini mencakup fermentasi aerob dan anaerob.

Fermentasi secara umum dibagi menjadi 2 model utama yaitu fermentasi media cair (*liquid state fermentation*, LSF) dan fermentasi media padat (*submerged fermentation*, SMF). Fermentasi media cair diartikan sebagai fermentasi yang melibatkan air sebagai fase kontinu dari sistem pertumbuhan sel bersangkutan (Satiawiharja, 1992) atau substrat baik sumber karbon maupun mineral terlarut atau tersuspensi sebagai partikel-partikel dalam fase cair. Fermentasi media padat merupakan proses fermentasi yang berlangsung dalam substrat tidak terlarut, namun mengandung air yang cukup sekalipun tidak mengalir bebas (Dharma, 1992).

Metode fermentasi yang digunakan pada tepung galek yaitu fermentasi tidak tetap. Fermentasi tidak tetap air perendam diganti setiap hari apabila warna air berubah menjadi merah. Metode fermentasi dengan cara perendaman dapat mengurangi kandungan HCN, sebab HCN mudah larut dalam air dan mempunyai titik didih 29<sup>0</sup>C. Semakin lama proses perendaman maka makin tinggi persentase penurunan kadar HCN. Disamping itu juga cara perendaman dapat melarutkan senyawa linamarin dan lotaustralin, serta memacu pertumbuhan mikroorganisme yang dapat menguraikan racun menjadi asam organik. Metode fermentasi tepung singkong bertujuan inaktivasi enzim linamarase sehingga tidak bisa mengkatalisis pembentukan HCN (Adamafio *et al.*, 2010). Mikroorganisme selama fermentasi sangat sulit memecah enzim pektinolitik dan selulolitik, yang memfasilitasi lisis dari membran sel (Nzigamasabo dan Hui, 2006; Asegbeloyin *et al.*, 2007). Selama fermentasi terjadi pemecahan komponen-komponen pati menjadi lebih sederhana yang dilakukan oleh enzim amilase maupun mikroorganisme dalam usahanya memperoleh energi untuk pertumbuhan dan aktivitasnya.

Beberapa penelitian menyebutkan, fermentasi juga berperan aktif dalam mengubah mikrostruktur tepung singkong. Fermentasi yang lama akan menyebabkan semakin banyak dinding sel ubi kayu yang pecah, sehingga liberasi

granula pati menjadi sangat ekstensif. Liu *et al.* (1999) menyatakan bahwa modifikasi pati, berpengaruh terhadap sifat fungsional pati seperti meningkatnya indeks absorpsi air, viskositas, nilai kelarutan air dan kekuatan gel. Tepung singkong hasil fermentasi bertujuan memberikan informasi tentang sifat amilograf tepung singkong yang dapat membantu pengguna dalam memilih varietas umbi ubi kayu yang akan digunakan sesuai kebutuhan, karena setiap produk olahan memerlukan kriteria sifat amilograf tertentu. Santosa *et al.* (2006), serta Widaningrum dan Purwani (2006), menyatakan bahwa kadar amilosa suatu bahan pangan berpengaruh pada viskositasnya.

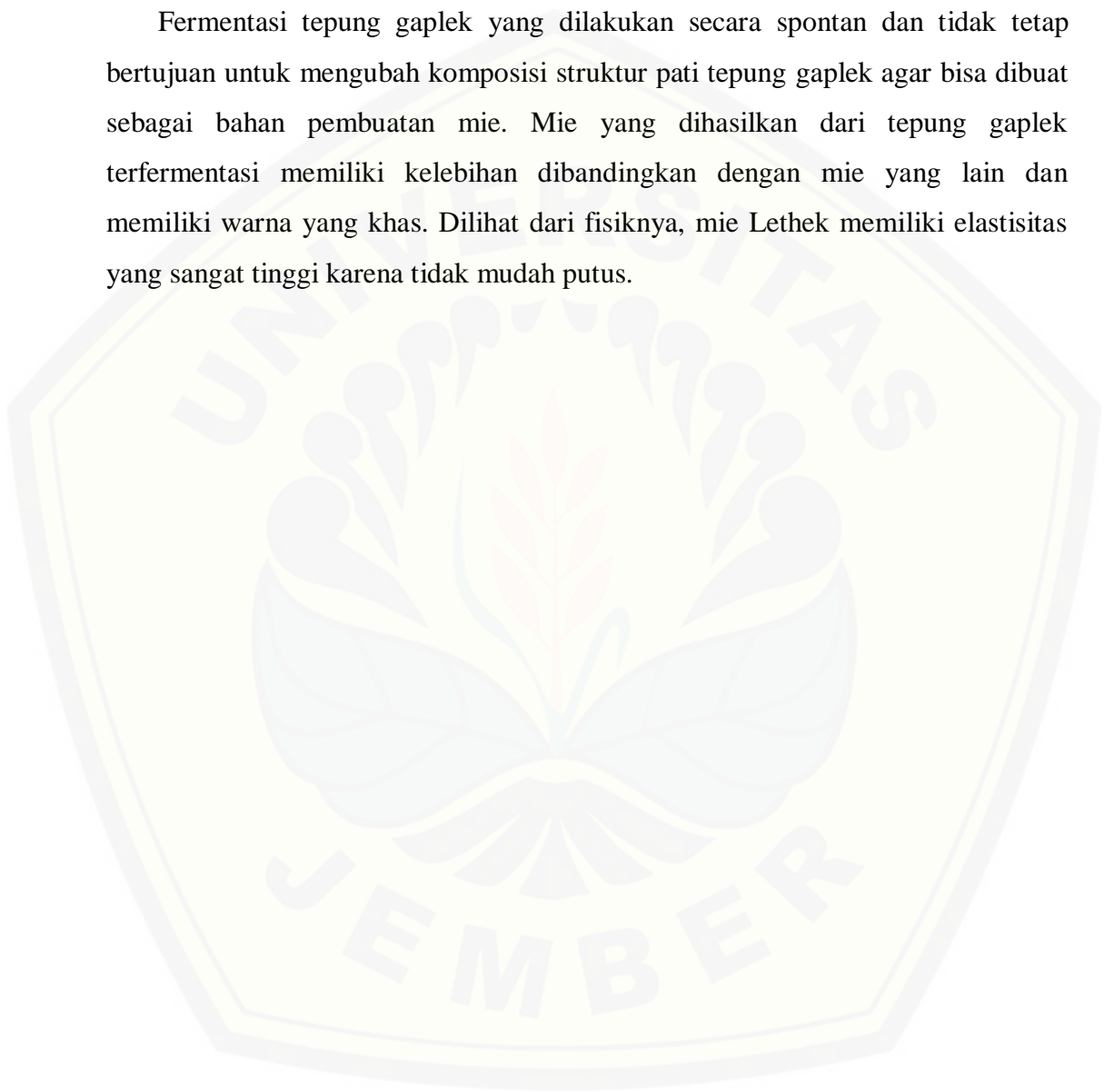
Metode fermentasi selain dapat merubah karakteristik tepung singkong, juga menghasilkan beberapa produk metabolit, seperti etanol, asam sitrat dan sebagainya (Stanbury dan Whittaker, 1984). Hasil fermentasi dipengaruhi oleh teknologi yang dipakai. Pemilihan organisme biasanya didasarkan pada jenis karbohidrat yang digunakan sebagai medium. Seleksi tersebut bertujuan agar didapatkan mikroorganisme yang mampu tumbuh dengan cepat yang mempunyai toleransi terhadap konsentrasi pati dan gula yang tinggi mampu menghasilkan alkohol dalam jumlah banyak dan tahan terhadap alkohol tersebut (Said, 1987). Proses terbentuknya alkohol melalui proses fermentasi dan beberapa hal yang harus diperhatikan adalah, jenis bahan dasar, cara dan lama fermentasi, ada tidaknya perlakuan destilasi, ada tidaknya pemeraman, adanya bahan tambahan tertentu dalam produk alkohol (Kartika, 1992 dalam Zahroh, 2001).

## **2.9 Fermentasi Tepung Gablek pada Pembuatan Mie Lethek**

Fermentasi tepung gablek dilakukan secara spontan sebagai bahan baku pembuatan mie Lethek. Mulanya, *chips* singkong gablek digiling sampai menjadi tepung dengan menggunakan mesin penggiling. Setelah itu, tepung gablek langsung difermentasi dalam bak yang berukuran 2 x 1 x 1 m (p x l x t) selama kurang lebih 3 hari. Jumlah tepung gablek yang difermentasi tidak ditetapkan, hanya diukur sampai setengah dari ukuran bak. Lalu, ditambahkan air secukupnya. Fermentasi yang dilakukan yaitu fermentasi tidak tetap, setiap 24 jam sekali air diganti, dan diaduk agar homogen. Warna air yang digunakan untuk

fermentasi menjadi indikator saat pengantiannya. Hal tersebut menandakan kandungan HCN pada tepung galek larut dalam air, maka air diganti dengan yang baru. Penghentian fermentasi dilakukan apabila air yang digunakan dalam fermentasi sudah tidak berwarna orange.

Fermentasi tepung galek yang dilakukan secara spontan dan tidak tetap bertujuan untuk mengubah komposisi struktur pati tepung galek agar bisa dibuat sebagai bahan pembuatan mie. Mie yang dihasilkan dari tepung galek terfermentasi memiliki kelebihan dibandingkan dengan mie yang lain dan memiliki warna yang khas. Dilihat dari fisiknya, mie Lethek memiliki elastisitas yang sangat tinggi karena tidak mudah putus.





## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboraturium Rekayasa Proses Hasil Pertanian (RPHP), Laboraturium Mikrobiologi, Laboraturium Kimia dan Biologi Hasil Pertanian (KBHP) Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, Laboratorium Farmasetika Fakultas Farmasi Universitas Jember dan *Center for Development of Advance Science and Technology*, Universitas Jember Penelitian dilaksanakan mulai Februari sampai Desember 2018.

### 3.2 Bahan dan Alat Penelitian

#### 3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian modifikasi tepung gaplekyang diperoleh dari pabrik mie Lethek di Bantul, air. Bahan kimia yang digunakan antara lain asam asetat, MRSB 1N, serta NaCl 0,1%, alkohol, aquades steril, *media de men rogrosa sharpe* (MRS) *broth* dan *media de men rogrosa sharpe* (MRS) agar.

#### 3.2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan meliputi timbangan, Inkubator merek Haraeus Inst B6200, autoklaf merek Hirayama HL 36 Jepang, *laminar air flow* merek Crumair, pipet mikro merek Biohit 1236255 Jerman dan jarum ose. Penangas listrik, erlenmeyer, gelas ukur, beaker glass dan tabung reaksi merek PYREX. Bak fermentasi sebagai wadah untuk fermentasi, kain saring, loyang, blender merk philips, ayakan 100 mesh, *Rapid Visco Analyzer* (RVA) merk Tecmaster type Parten, *colour reader* merk Konica Minolta, vortex Maxi Max 1 Type 16700, sentrifuge Yenaco model YC-1180 dan tabungnya, *waterbath*, *Scanning Electrone Microscope* (SEM) merk Hitachi type TM 3000.



### 3.3 Pelaksanaan Penelitian

#### 3.3.1 Rancangan Penelitian

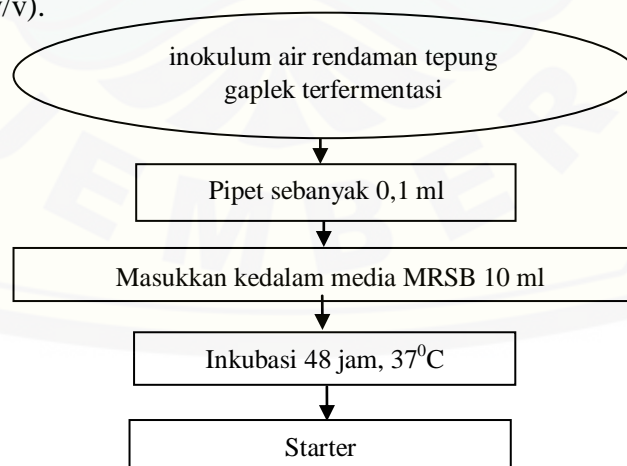
Rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktor dan 3 kali pengulangan. Faktor-faktor yang digunakan adalah:

- a) Faktor A : Metode Fermentasi
  - A1 :Tepung gaplekfermentasi spontan Jogja
  - A2 :Tepung gaplek fermentasi spontan Jember
  - A3 : Tepung gaplek fermentasi terkontrol
- b) Faktor B :Lama Fermentasi
  - B1 : 24 jam
  - B2 : 48 jam
  - B3 :72 jam

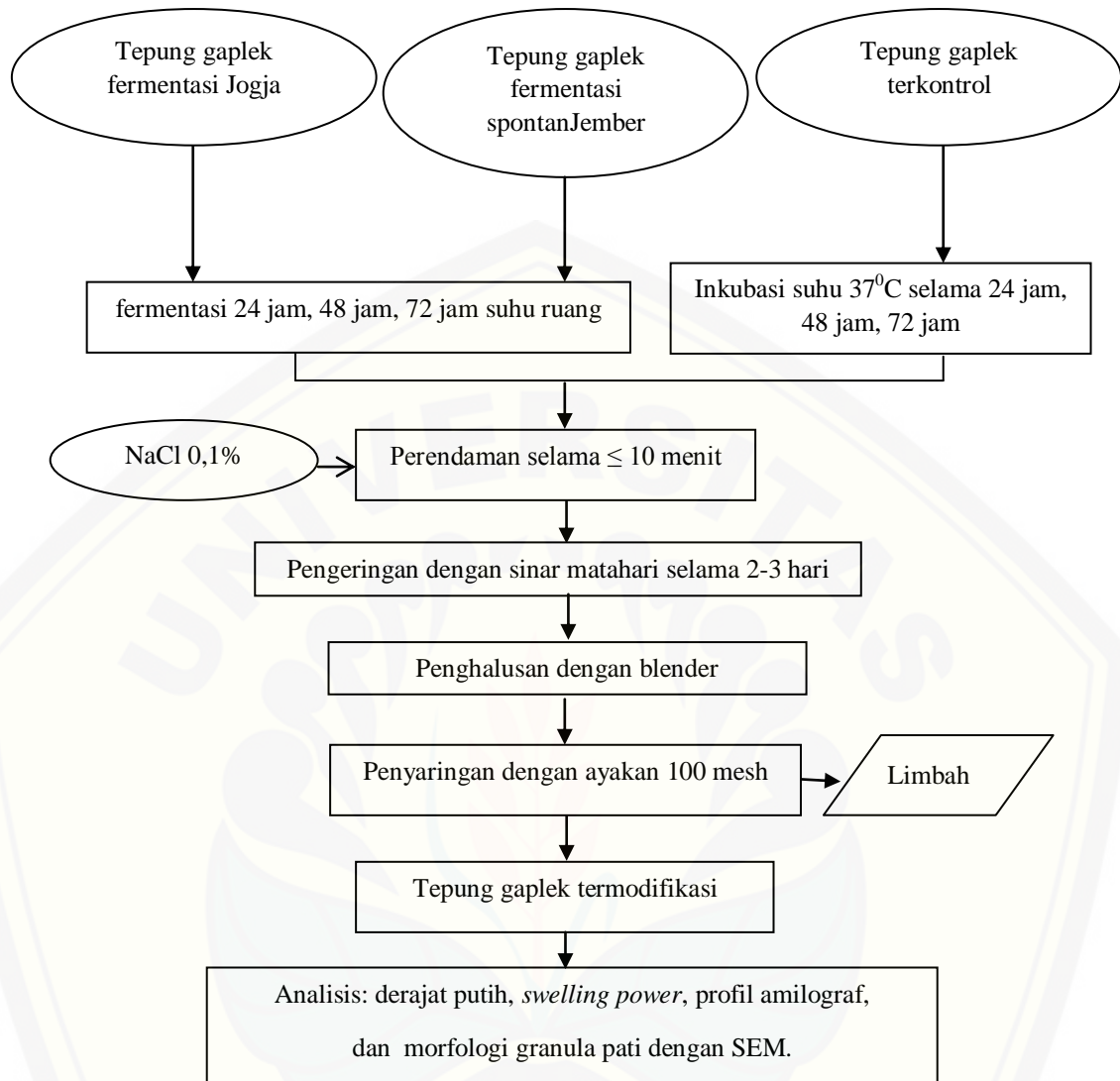
#### 3.3.2 Tahapan Penelitian

Pelaksanaan penelitian terdiri dari beberapa tahap yaitu penyiapan tepung singkong gaplek, pembuatan starter, dan fermentasi tepung gaplek.

Pembuatan starter diambil dari air rendaman tepung gaplek pada waktu dua hari. Sampel yang diambil sebanyak 0,1 ml dan ditumbuhkan dalam media MRSB 10 ml. Kemudian, biakan diinkubasi selama 48 jam dengan suhu 37<sup>0</sup>C. Biakan yang sudah jadi dimasukkan dalam suspensi pati tepung gaplek dengan persentase 1% (v/v).



Gambar 3.1 Diagram alir pembuatan starter



Gambar 3.2 Diagram alir tahap penelitian tepung galek terfermentasi.

### 3.4 Parameter Pengamatan

Parameter yang akan diamati dalam analisis fisik dan fungsional pati singkong galek terfermentasi antara lain :

- Derajat putih (Hutching, 1999).
- Granula pati dengan *Scanning Electrone Microscope* (Mawarni, 2015).
- Swelling power* (Leach *et al.*, 1959)
- Profil amilografi menggunakan alat *Rapid Visco Analyze (RVA)* (USWA, 2007).

### 3.5 Prosedur Analisis

#### 3.5.1 Derajat Putih (Hutching, 1999)

Derajat putih merupakan tingkat keputihan tepung (Zulaidah, 2010). Penentuan derajat putih dilakukan menggunakan *colour reader*. Sebelum digunakan *colour reader* dikalibrasi dengan standar. Pengukuran dilakukan 3 kali ulangan pada masing-masing sampel dengan tiga titik yang berbeda. Sejumlah sampel diletakkan dalam cawan, kemudian menentukan beberapa titik yang dituju untuk mengetahui nilai dL, dA, dB. Nilai L, a, b sampel ditentukan dengan menambah nilai dL, dA, dB terukur dengan nilai L, a, dan b standar. Derajat putih diperoleh berdasarkan rumus:

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

$$L = 94,35 + dL$$

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

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

Keterangan:

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

a\* = Nilai berkisar antara - 80 - (+100) menunjukkan warna hijau hingga merah

b\* = Nilai berkisar -50 - (+70) menunjukkan warna biru hingga kuning

#### 3.5.2 Pengamatan Granula Tepung Gaplek dengan *Scanning Electrone Microscope* (SEM) (Mawarni, 2015).

Granulatepung gaplek diamati dengan cara ditempelkan pada *set holder* dengan perekat ganda. Setelah itu sampel dimasukkan pada tempat didalam alat SEM, lalu gambar diamati dengan perbesaran 1500x. Gambar dipilih granula tepung gaplek yang terlihat kenampakannya dan difoto menggunakan kamera digital.

#### 3.5.3 *Swelling Power* (Leach *et al.*, 1959)

*Swelling power* merupakan kemampuan bahan dalam mengikat air dengan perlakuan pemanasan (Teja, 2008, Hayuningsih, 2013). Pengujian *swelling power*

dilakukan dengan cara melarutkan 0,1 g tepung galek dalam akuades 10 mL. Larutan dipanaskan menggunakan *water bath* pada suhu 60°C selama 30 menit. Supernatan dipisahkan menggunakan *centrifuge* dengan kecepatan 2500 rpm selama 15 menit. *Swelling power* dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kekuatan membengkak} = \frac{\text{berat pasta pati galek}}{\text{berat kering sampel}}$$

#### 3.5.4 Profil Amilografi (USWA, 2007).

*Rapid Visco Analyzer* (RVA), alat yang digunakan untuk menentukan profil gelatinisasi dari pati singkong galek termodifikasi. Sampel seberat 3 g (bk) ditimbang dalam wadah RVA, lalu ditambahkan aquades sebanyak 25 ml. Pengukuran menggunakan RVA mencakup fase pemanasan dan pendinginan pada wadah sampel dengan kecepatan putar 160 rpm. Pada satu menit pertama, pemanasan awal dilakukan sampai suhunya mencapai 50°C. Kemudian suhu pemanasan dinaikkan sampai 95°C pada menit 8,5 dan dijaga konstan pada suhu 95°C selama 5 menit. Selanjutnya, suhunya diturunkan kembali sampai 50°C pada menit ke-13 dan dipertahankan di suhu tersebut selama 2 menit sampai menit ke 14). Dari sini diperoleh viskositas puncak, suhu pasta (suhu awal naiknya viskositas), suhu viskositas puncak, viskositas panas (viskositas setelah pemanasan suhu 95°C selama 5 menit), viskositas akhir (viskositas setelah pendinginan di suhu 50°C selama 2 menit), viskositas *breakdown* relatif (rasio antara selisih viskositas puncak, dinyatakan dalam persen), dan viskositas balik relatif (rasio antara selisih viskositas akhir dan viskositas panas dengan viskositas panas, dinyatakan dalam persen). Viskositas *breakdown* adalah selisih antara viskositas puncak dengan viskositas panas, sementara viskositas balik adalah selisih antara viskositas akhir dengan viskositas panas.

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini, yakni:

1. Perlakuan lama fermentasi dan metode fermentasi terhadap tepung gaplek mempengaruhi karakteristik sifat fisikokimianya yang dihasilkan dimana pada uji rheologi semakin lama fermentasi maka nilai *peak viscosity*, *minimum viscosity*, *breakdown*, *Final viscosity*, *setback*, *peak time*, dan *pasting temperature*-nya semakin naik. Pengujian bentuk granula pati dengan menggunakan SEM semakin lama fermentasi bentuk granula semakin tidak seragam dan tidak homogen. Sedangkan pada uji derajat putih yaitu nilainya berkisar antara 71,18 g - 77,17 g, serta nilai *swelling power* berkisar antara 2,34 - 9,58 g/g.
2. Perlakuan terbaik ditunjukkan oleh metode fermentasi dengan penambahan BAL, kecuali pada parameter derajat putih. Parameter derajat putih, nilai terbaiknya ditunjukkan pada fermentasi spontan Jogja.

### 5.2 Saran

Kajian lebih lanjut mengenai sifat fisik terutama sifat granula pati tepung gaplek yang dapat merefleksikan cahaya dan pengaplikasiannya terhadap produk yang dihasilkan dari tepung gaplek sehingga dapat diketahui secara pasti perbedaan karakteristiknya untuk mendukung teori yang ada.



**DAFTAR PUSTAKA**

- Adamafio NA, Sakyiamah And M, Tettey J. 2010. *Fermentation in cassava (Manihot esculenta Crantz) pulp juice improves nutritive value of cassava peel*. Afr J Biochem Res. (Journal). 4(3):51- 56.
- Akpa, J. K. and K. K. Dagde, 2012. *Modification of Cassava Starch for Industrial Uses*. IJET. 2 : 6.
- AOAC, 2005. *Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists*. Benjamin Franklin Station, Washington.
- Asegbeloyin JN, and Onyimonyi AE. 2007. *The effect of different processing methods on the residual cyanide of 'gari'*. Journal of Nutrition Pakistan 6(2): 163-166
- Badan Standardisasi Nasional. 1995. *Sohun/Chinesse Vermicelli (SNI 01-3723-1995)*.
- Badan Pusat Statistik (BPS), 2016. *Statistik Perdagangan Luar Negeri ekspor 2015 Jilid I*, Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- BeMiller, J. N., dan R. L. Whistler. 1996. *Carbohydrates in Food Chemistry*. O. R Fennema (ed.). Marcel Dekker Inc, New York.
- BKP Kementerian Pertanian, 2014. *Neraca Bahan Makanan Indonesia 2007-2013*. Jakarta.
- Cui, S.W., 2005. *Food Carbohydrates Chemistry, Physical Properties, and Applications*. CRC Press, Boca Raton, London, New York, Singapore.
- Dharma, B.1992. *Siput dan Kerang Indonesia*. Jakarta: Sarana Graha
- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI, 1981. *Daftar Komposisi Bahan Makanan*: Jakarta.
- 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.
- Departemen Kesehatan RI, 1987. *Analisis Obat Tradisional, Jilid I*, Jakarta.111-112.



- Esti dan K. Prihatman, 2000. *Tepung Tapioka*. Kantor Deputi Menegristek Bidang Pendayagunaan dan Pemasyarakatan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi. Jakarta.
- Fardiaz, S., 1992. *Mikrobiologi Pangan I*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- 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
- Gardjito, Murdijati, dkk., 2013. *Pangan Nusantara Karakteristik dan Prospek untuk Percepatan Diversifikasi Pangan*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Gumbiro. Said. 1987. *Bio Industri Penerapan Teknologi Fermentasi*. Jakarta: Mediatama Putra.
- Hee-Young An., 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.
- Hodge, J.E. and Osman, E.M. 1976. *Principles of Food Science. Part I. Food Chemistry*. New York: Marcel Dekker.
- Hutching, J. B. 1999. *Food Color and Appearance 2nd ed*. Maryland: Aspen Pub.
- Jacobs, H. and J.A. Delcour. 1998. *Hydrothermal modifications of granular starch with retention of the granular structure: Review*. J. Agric. Food Chem. 46(8): 2895–2905.
- Kavlani Neelam, Sharma Vijay, dan Singh Lalit. 2012. *Various Techniques for the Modification of Starch and the Applications of its Derivatives*. *International Research Journal of Pharmacy*. 3: 25-31.
- Kaur SP, Rao R dan Nanda S. 2011. *Amoxicillin: a broad spectrum antibiotic*. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 3(3):30–37.
- Kusumaningrum, Widya. 2014. *Kadar air dan abu gravimetri/03* [Jurnal], Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Kusnandar, F. 2010. *Kimia Pangan Komponen Makro*. Dian Rakyat. Jakarta.

- Leach HW, Mc Cowen LD, Schoch TJ, 1959. "Structure of the starch granules. In : Swelling and solubility patterns of various starches". Cereal Chem. 36: 534-544
- Lehninger, A. L., 1982. *Dasar-Dasar Biokimia*, jilid 1. Erlangga, Jakarta.
- Lorlowhakarn, K. dan Naivikul, O. 2005. *Modification of Rice Flour by UV Irradiation to Improve Rice Noodle Quality*. Proceeding The 3rd Conference of Starch Technology.
- Manuel, Castell., 1996. *The Information Age: Economy, Society, and Culture : Vol . I, The Rise the Network Society*. Oxford: Blackwell.
- Mardwiana, Ayu. 2013. *Eksperimen Pembuatan Krasikan dengan Tepung Gaplek dan Tepung Beras Ketan dengan Perbandingan yang Berbeda*. Universitas Negeri Semarang.
- Meyer, L.H., 1960. *Chemistry Reinhold Publishing Corporation*, New York.
- Murillo,et al., 2008. *Morphological, Physicochemical and Structural Characteristics of Oxidized Barley and Corn Starches*. Starch/ Starke Vol 60. 634-645.
- Muttarokah, 1998. *Bakteri Asam Laktat Pada Makanan Hasil Fermentasi di DIY*. Skripsi Jurusan Pengolahan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Nzigamasabo A and Hui MZ. 2006. *Functional and chemical properties of Iktivunde and Inyange, two traditionally processed Burundian cassava flours*. J. Food Bio. 30: 429-443
- Purwani, E.Y., Widaningrum, R. Thahir and Muslich, 2006. "Effect Of Heat Moisture Of Sago Starch On Its Noodle Quality", Indonesian Journal of Agricultural Science, 7(1):8-14.
- Rachman A., 1989. *Pengantar Teknologi Fermentasi*. Bogor: IPB Pr.
- Santosa, B.A.S., Sudaryono, dan S. Widowati. 2006. *Karakteristik ekstrudat beberapa varietas jagung dengan penambahan aquades*. Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian 3(2): 96-108.
- Saraswati,Sylvia.,2009.*Diet Sehat untuk Penyakit Asam Urat, Diabetes, Hipertensi, dan Stroke*.Yogyakarta:Magueoharjo.

- Satiawihardja. 1992. *Teknologi Pemanfaatan Limbah untuk Pakan: Fermentasi*. <http://satiawihardjajajo66.files.wordpress.com/2008/03/6fermentasi.pdf>. (Diakses pada 20 Januari 2013).
- Soetanto NE. 2008. *Tepung Kasava dan Olahannya*. Yogyakarta (ID): Kanisius. hlm 81.
- Sosrosoedirdjo, R.S., 1993. *Bercocok Tanam Ketela Pohon*. Jakarta: CV. Yasaguna
- Subagyo, Ahmad.,2007. *Studi Kelayakan Teori dan Aplikasi*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Sudarmadji, S., B. Haryono dan Suhardi, 1997. *Prosedur Analisa untuk Bahan Pangan dan Pertanian*, Yogyakarta, Penerbit Liberty.
- Suprati, Lies., 2002. *Pembuatan Tepung Kasava dan Pemanfaatannya*. Kanisius, Yogyakarta.
- Stanbury, P. F & Whitaker, A., 1984, *Principles of Fermentation Technology*, Pergamon Press, Oxford, New York, Toronto, Sydney, Paris, Frankfurt.
- Tomasik, Piotr. 2004. *Chemical and Functional Properties of Food Saccharides*. Florida: CRC Press.
- [USWA] United States Wheat Associates. 2007. *Rapid ViscoAnalyzer*. Wheat and Flour Testing Methods: A Guideto Understanding Wheat and Flour Quality: Version2.
- Winarno F.G., 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*.PT Gramedia Pustaka Utama.Jakarta.
- Wurzburg, O.B. 1989. *Introduction of Modified Starch*. Dalam : Wurzburg O. B. *Introduction of Modified Starch: Properties and Uses*. CRC Press Inc, Florida : 10-13.
- Zahroh, U., 2001. *Sintesis Etanol Menggunakan Biakan Murni Saccharomyces Cerevisiae dan staphylococcus Sp.*, Skripsi, Jurusan Biologi, UMS, Surakarta.
- Zubaidah, F. 2011. *Kimia Pangan Komponen Makro*. Dian Rakyat. Jakarta
- Zulaidah, Aguestin. 2010. *Peningkatan Nilai Guna Pati Alami Melalui Proses Modifikasi Pati*. Jurusan Teknik Kimia FT Universitas Pandanaran.

Zulkifli, B.A.S., Sudaryono, dan S. Widowati. 2006. *Karakteristik ekstrudat beberapa varietas jagung dengan penambahan aquades*. Jurnal Penelitian Pasca panen Pertanian 3(2): 96–108.



## LAMPIRAN

## 1. Lampiran perhitungan

## a. Derajat putih

| KODE            | Ulangan |       |       | Rerata | Standard Deviasi |
|-----------------|---------|-------|-------|--------|------------------|
|                 | 1       | 2     | 3     |        |                  |
| Kontrol         | 70,95   | 71,19 | 71,39 | 71,18  | 0,22             |
| A1B1 (jogja)    | 73,22   | 73,27 | 73,73 | 73,41  | 0,28             |
| A1B2 (jogja)    | 76,45   | 76,29 | 75,96 | 76,23  | 0,25             |
| A1B3 (jogja)    | 77,24   | 77,30 | 76,97 | 77,17  | 0,18             |
| A2B1 (spontan)  | 71,48   | 71,44 | 71,25 | 71,39  | 0,12             |
| A2B2 (spontan)  | 74,45   | 74,41 | 74,34 | 74,40  | 0,06             |
| A2B3 (spontan)  | 75,56   | 75,38 | 75,51 | 75,48  | 0,09             |
| A3B1 (inokulum) | 72,21   | 73,09 | 72,66 | 72,66  | 0,44             |
| A3B2 (inokulum) | 72,69   | 72,96 | 72,59 | 72,75  | 0,19             |
| A3B3 (inokulum) | 72,83   | 72,75 | 73,21 | 72,93  | 0,25             |

| Interaksi      | N | Subse<br>t |       |       |      |       |      |      |
|----------------|---|------------|-------|-------|------|-------|------|------|
|                |   | 1          | 2     | 3     | 4    | 5     | 6    | 7    |
|                |   | 71,3       |       |       |      |       |      |      |
| spontan 24 jam | 3 | 9          |       |       |      |       |      |      |
| starter 24 jam | 3 |            | 72,65 |       |      |       |      |      |
| starter 48 jam | 3 |            | 72,75 |       |      |       |      |      |
| starter 72 jam | 3 |            | 72,93 |       |      |       |      |      |
| jogja 24 jam   | 3 |            |       | 73,40 |      |       |      |      |
| spotan 48 jam  | 3 |            |       |       | 74,4 |       |      |      |
| spontan 72 jam | 3 |            |       |       |      | 75,48 |      |      |
| jogja 48 jam   | 3 |            |       |       |      |       | 76,2 |      |
| jogja 72 jam   | 3 |            |       |       |      |       |      | 77,1 |
| Sig.           |   | 1          | 0,185 | 1     | 1    | 1     | 1    | 1    |



| Source                      | Type III<br>Sum of<br>Squares | df | Mean<br>Square | F        | Sig. |
|-----------------------------|-------------------------------|----|----------------|----------|------|
| Corrected Model             | 87.214a                       | 8  | 10,902         | 200,29   | 0    |
| Intercept                   | 148035,6                      | 1  | 148035,6       | 2,72E+06 | 0    |
| Metode                      | 37,076                        | 2  | 18,54          | 340,59   | 0    |
| Lama_fermentasi<br>metode * | 35,39                         | 2  | 17,69          | 325,10   | 0    |
| Lama_fermentasi             | 14,748                        | 4  | 3,68           | 67,74    | 0    |
| Error                       | 0,98                          | 18 | 0,05           |          |      |
| Total                       | 148123,8                      | 27 |                |          |      |
| Corrected Total             | 88,19                         | 26 |                |          |      |

a. R Squared = ,989 (Adjusted R Squared = ,984)

b. *Swelling power*

| KODE                   | ulangan |      |      | Rerata | Standard<br>deviasi |
|------------------------|---------|------|------|--------|---------------------|
|                        | 1       | 2    | 3    |        |                     |
| Kontrol                | 2,16    | 2,39 | 2,48 | 2,34   | 0,17                |
| A1B1 (Jogja, 24 jam)   | 3,10    | 3,38 | 2,95 | 3,14   | 0,22                |
| A1B2 (Jogja, 48 jam)   | 4,92    | 4,52 | 4,23 | 4,56   | 0,35                |
| A1B3 (Jogja, 72 jam)   | 3,43    | 3,62 | 3,45 | 3,50   | 0,11                |
| A2B1 (spontan, 24 jam) | 2,59    | 2,51 | 3,04 | 2,71   | 0,28                |
| A2B2 (spontan, 48 jam) | 5,84    | 4,11 | 5,11 | 5,02   | 0,87                |
| A2B3 (spontan, 72 jam) | 4,04    | 4,07 | 3,98 | 4,03   | 0,04                |
| A3B1 (starter, 24 jam) | 5,87    | 5,65 | 5,22 | 5,58   | 0,33                |
| A3B2 (starter, 48 jam) | 9,81    | 9,68 | 9,27 | 9,58   | 0,28                |
| A3B3 (starter, 72 jam) | 6,84    | 6,89 | 6,54 | 6,76   | 0,19                |

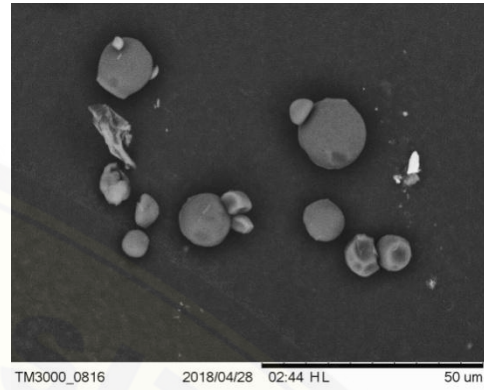
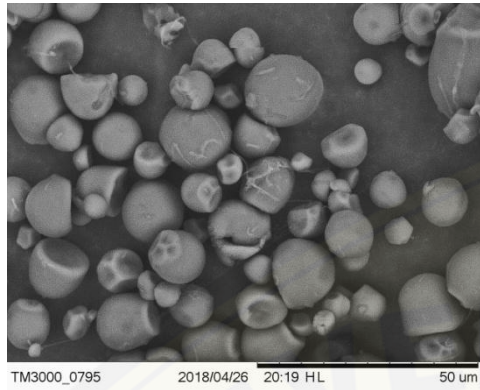


| Interaksi      | N | Subst |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------|---|-------|------|------|------|------|------|------|------|
|                |   | 1     | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
| spontan 24 jam | 3 | 2,73  |      |      |      |      |      |      |      |
| jogja 24 jam   | 3 | 3,14  | 3,14 |      |      |      |      |      |      |
| jogja 72 jam   | 3 |       | 3,5  | 3,5  |      |      |      |      |      |
| spontan 72 jam | 3 |       |      | 4,03 | 4,03 |      |      |      |      |
| jogja 48 jam   | 3 |       |      |      | 4,55 | 4,55 |      |      |      |
| spotan 48 jam  | 3 |       |      |      |      | 5,02 | 5,02 |      |      |
| starter 24 jam | 3 |       |      |      |      |      | 5,58 |      |      |
| starter 72 jam | 3 |       |      |      |      |      |      | 6,76 |      |
| starter 48 jam | 3 |       |      |      |      |      |      |      | 9,58 |
| Sig.           |   | 0,17  | 0,25 | 0,09 | 0,09 | 0,14 | 0,08 | 1    | 1    |

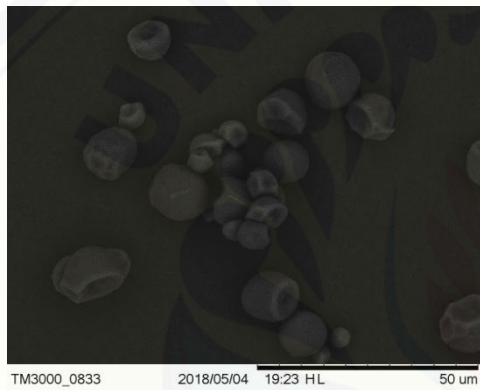
| Source                   | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F        | Sig. |
|--------------------------|-------------------------|----|-------------|----------|------|
| Corrected Model          | 109.567a                | 8  | 13,69       | 99,312   | 0    |
| Intercept                | 671,6                   | 1  | 671,60      | 4,87E+03 | 0    |
| metode                   | 72,84                   | 2  | 36,4        | 264,106  | 0    |
| Lama_fermentasi metode * | 30,53                   | 2  | 15,27       | 110,70   | 0    |
| Lama_fermentasi          | 6,18                    | 4  | 1,55        | 11,21    | 0    |
| Error                    | 2,48                    | 18 | 0,14        |          |      |
| Total                    | 783,65                  | 27 |             |          |      |
| Corrected Total          | 112,05                  | 26 |             |          |      |

a. R Squared = ,978 (Adjusted R Squared = ,968)

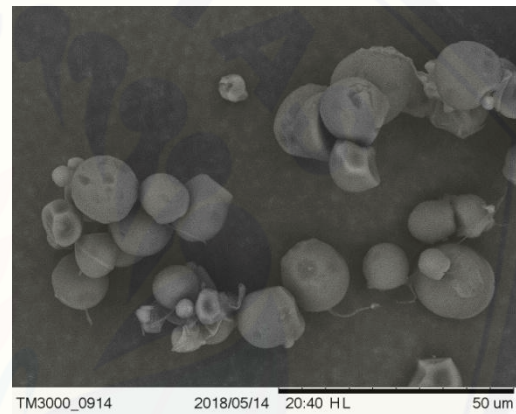
c. Lampiran gambar SEM



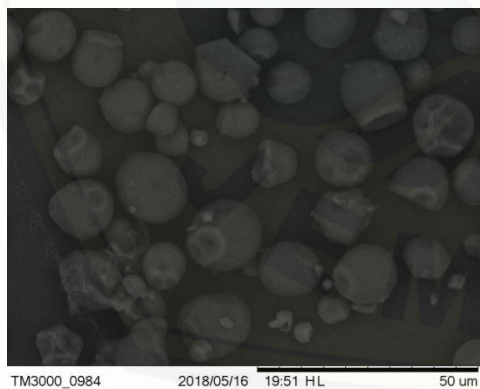
A1B2



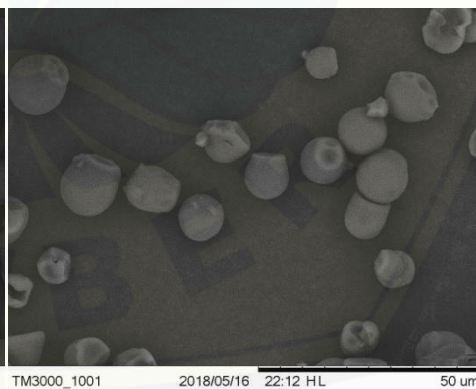
A1B3



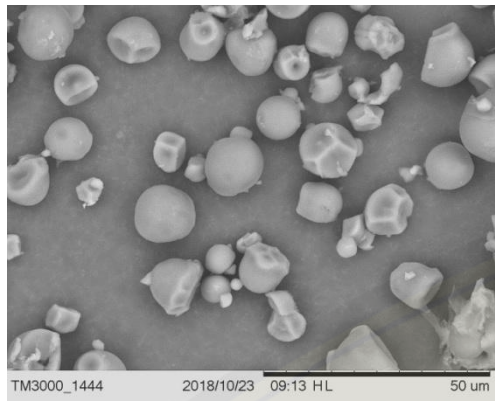
A2B1



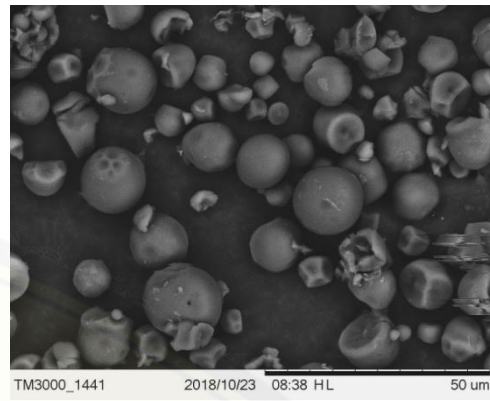
A2B2



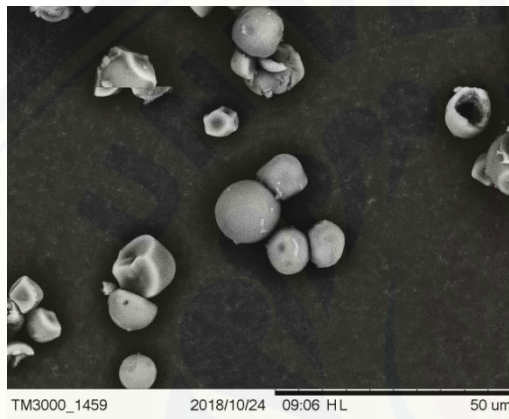
A2B3



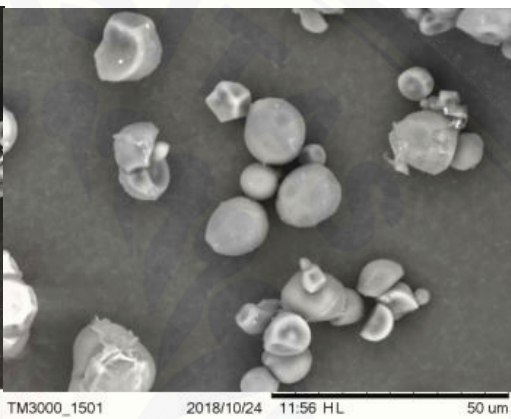
A3B1



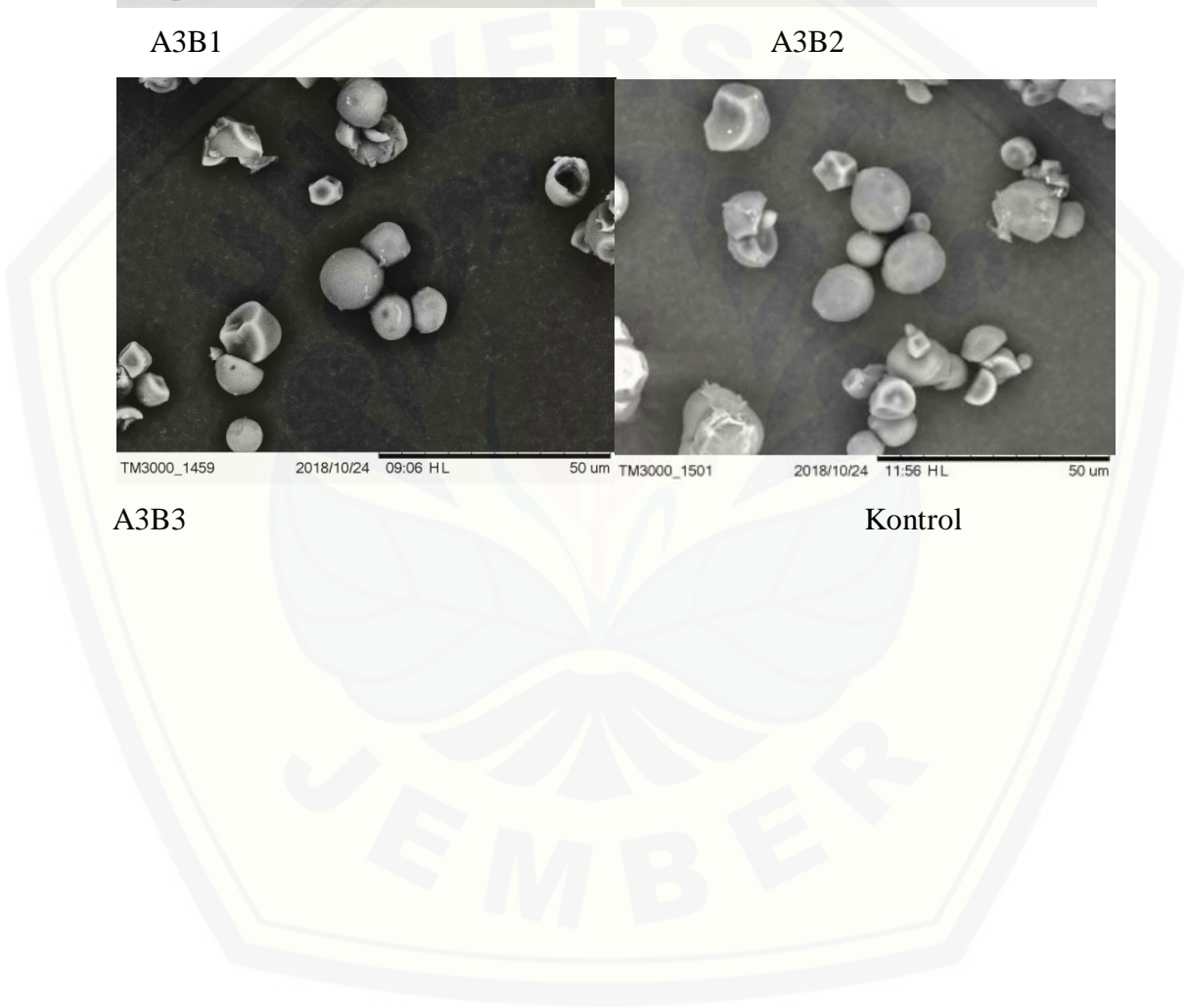
A3B2



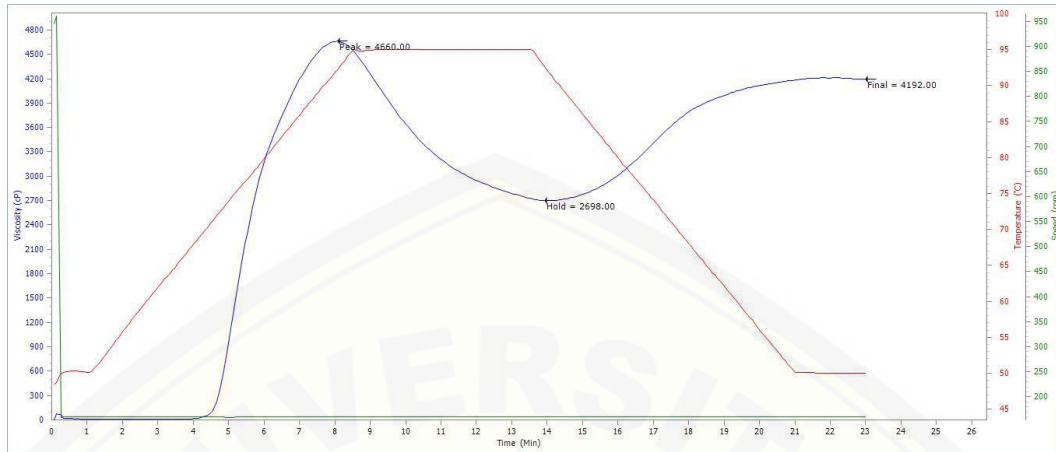
A3B3



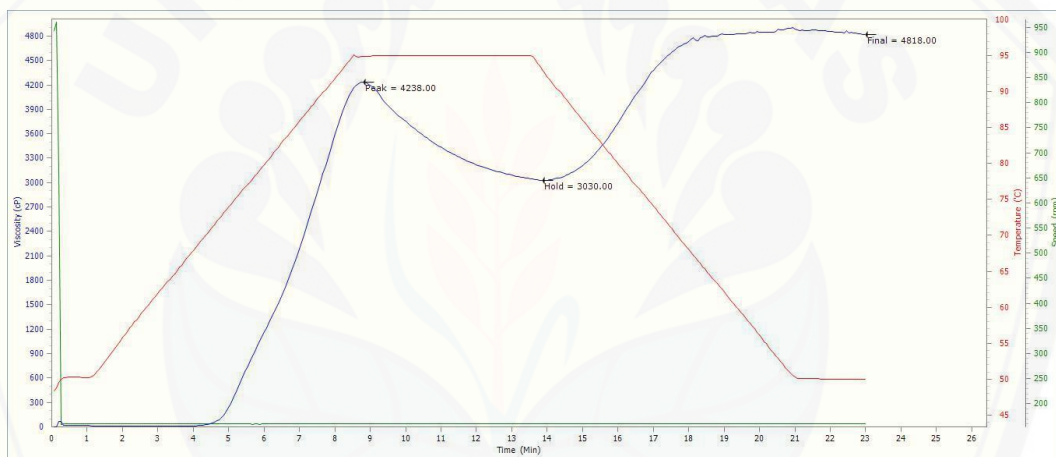
Kontrol



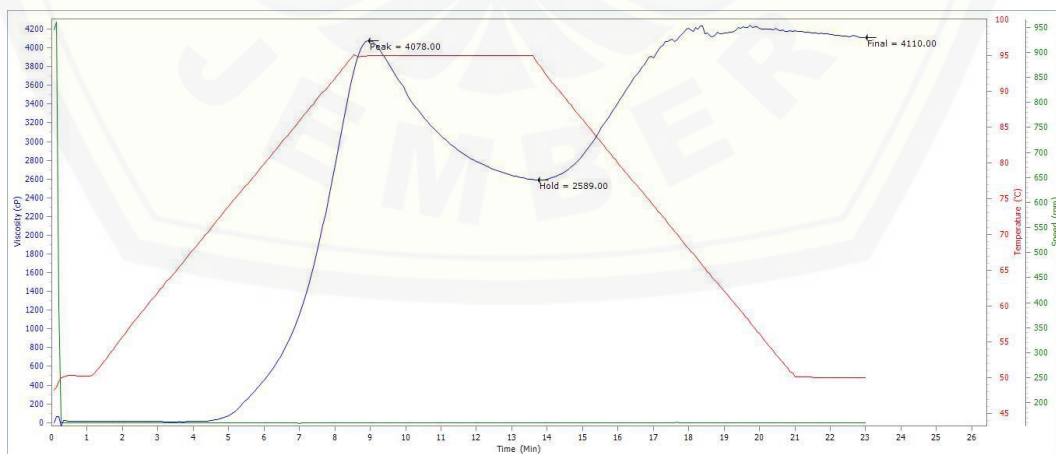
d. Diagram RVA



A1B1

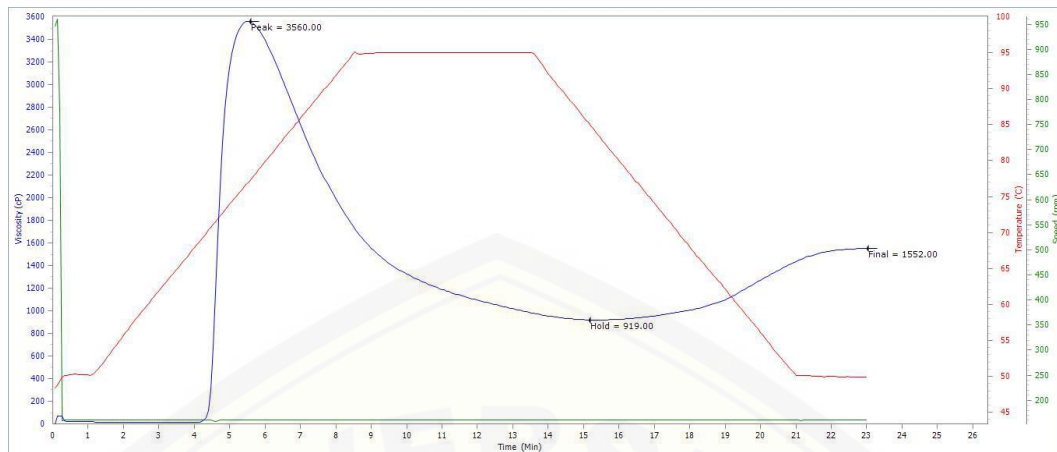


A1B2

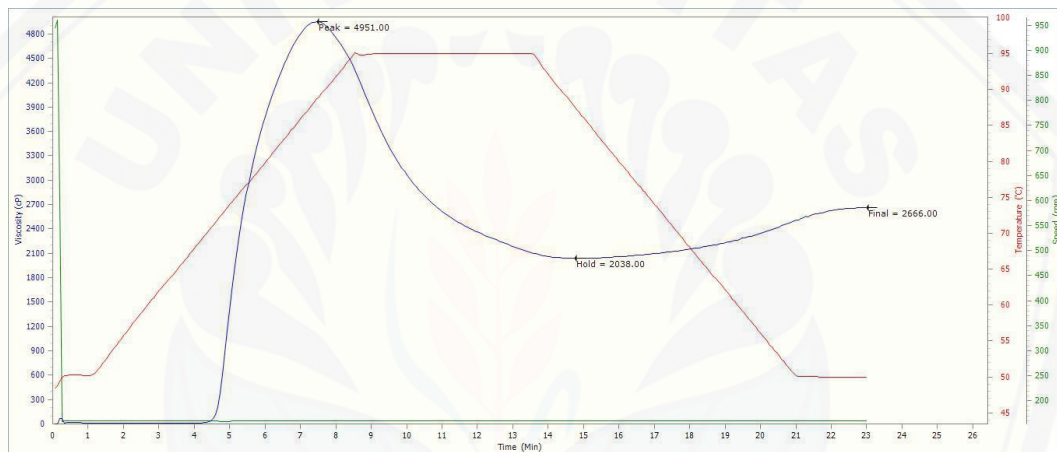


A1B3

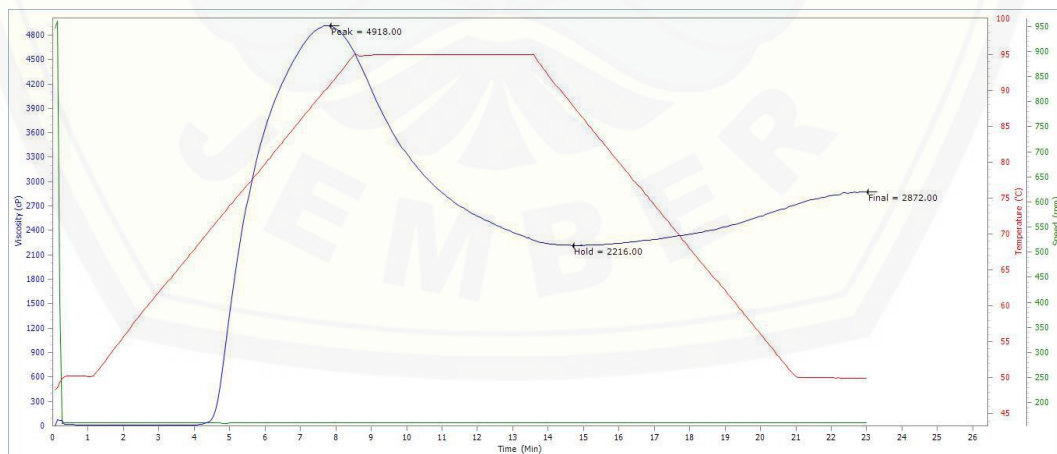




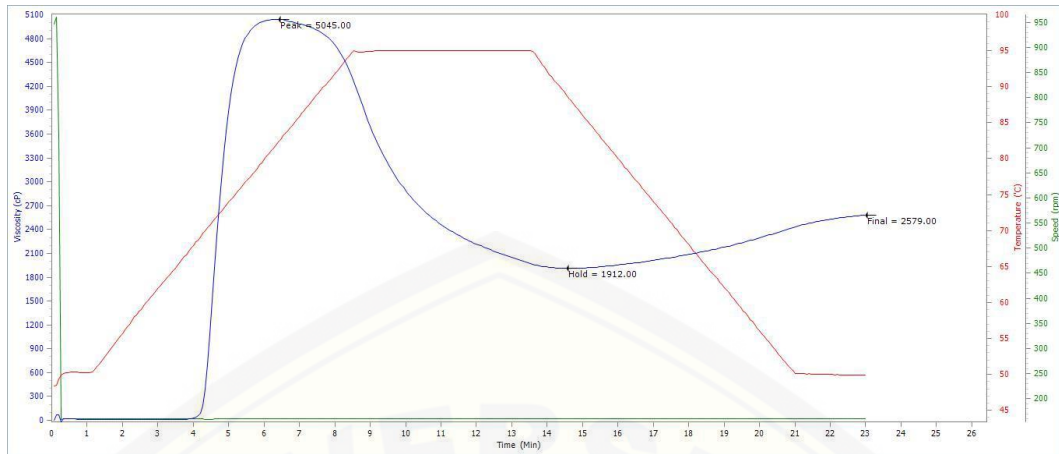
A2B1



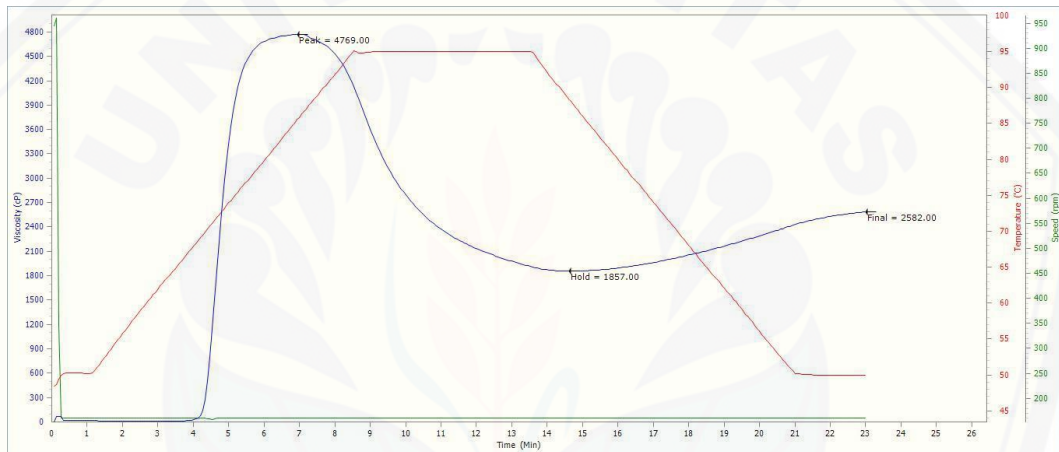
A2B2



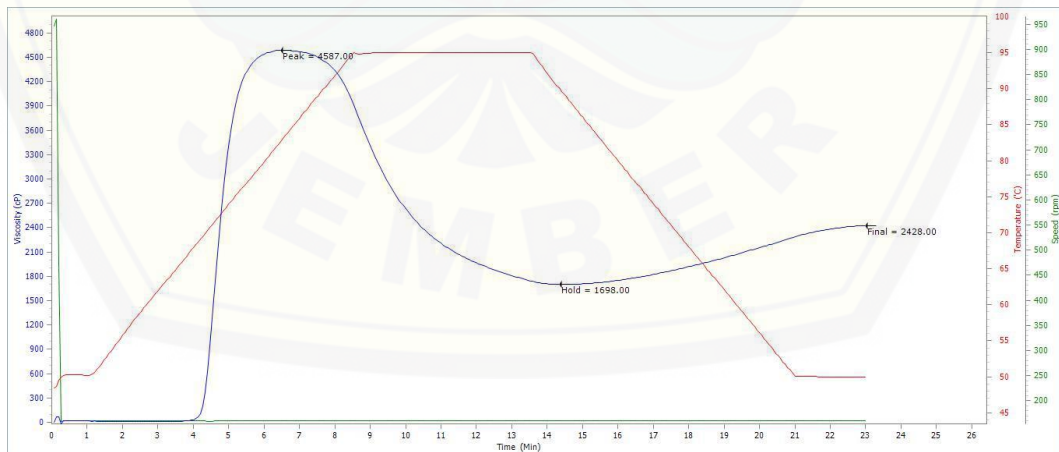
A2B3



A3B1



A3B2



A3B3



## 2.Lampiran Pembuatan Media

### 1 Pembuatan Media *de Men Rogrosa Sharpe* (MRS) Broth

Panaskan 50 ml aquadest pada *hotplate* kemudian larutkan media *de men rogrosa sharpe* (MRS) *broth* sebanyak 2,62 gram. Media diaduk hingga larut dan homogen. Setelah itu disterilisasi dengan autoklaf dengan suhu 121 C selama 15 menit, sehingga didapatkan media MRSB yang steril.

### 2 Pembuatan Media *de Men Rogrosa Sharpe* (MRS) Agar

Media MRSA dibuat dengan cara memanaskan 100 ml aquadest pada *hotplate* kemudian larutkan media *de Men Rogrosa Sharpe* (MRS) Agar sebanyak 6,82 gram. Media dipanaskan dan dihomogenkan dengan menggunakan *stirer* secara bersamaan dengan *hot plate* hingga larut. Setelah itu disterilisasi dengan autoklaf dengan suhu 121 C selama 15 menit, sehingga didapatkan media MRSA yang steril.

### 3. Pembuatan Larutan Fisiologis (NaCl 0,85%)

NaCl sebanyak 0,85 gram dilarutkan dalam aquadest 100 ml, dan diaduk hingga larut atau homogen. Kemudian larutan fisiologis disterilisasi dengan autoklaf suhu 121 C selama 15 menit, sehingga didapatkan larutan fisiologis yang steril.

### 3. DOKUMENTASI

#### 1 Pembuatan Kultur Stok Bakteri Asam Laktat (*Lactobacillus plantarum*)



Kultur stok biakan BAL  
(*Lactobacillus Plantarum*)



Peremajaan 5ml  
pada MRSB



Inkubasi selama 24jam  
suhu 37°C



Hasil peremajaan 5ml  
MRSB dan 45ml MRSB



Peremajaan 45ml MRSB

## 2. Analisis Derajat Putih



Pengujian standart wadah dengan menguji cawan petri kosong



Pengujian derajat putih

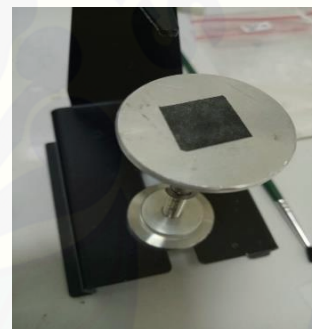
## 3. Analisis *Scanning Electronic Microscope (SEM)*



Pemasangan Carbontip Lempeng



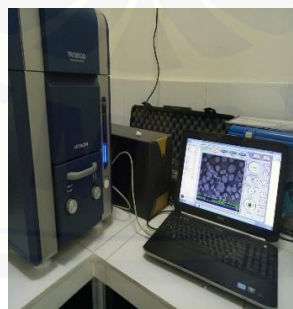
Penaburan Sampel diatas Carbontip



Carbontip yang Sudah pada ditaburi Sampel



Pemasukan Preparat pada Alat SEM



Mulai Pengamatan

4. Analisis *Swelling Power*



Penimbangan Bahan



Penimbangan Botol  
Sentrifuse Kosong



Pencampuran Bahan dan  
Aquades



Pemasukan pada *waterbath*  
selama 30 menit, suhu 60<sup>0</sup>



Penimbangan botol dan  
bahan setelah pemanasan,  
untuk menyeragamkan berat



Pemisahan supernatant  
kecepatan 2500 rpm,  
15 menit dengan sentrifuse



Pembuangan aquadest



Penirisan aquadest  
selama 1 menit





Penimbangan botol dan bahan,  
untuk mengetahui berat supernatant

#### 5. Analisis *Rapid Visco Analyzer* (RVA)



Penimbangan Sampel Pemasangan Canister pada  
dan Aquadest Hingga RVA dan Pengaturan  
25 gram



Kecepatan Putaran  
Hingga Konstan



Mulai Pengujian