

**PROFIL SIFAT PASTA TEPUNG UBI JALAR (*Ipomoea batatas*)
TERFERMENTASI SEBAGAI BAHAN BAKU INDUSTRI PANGAN**

(TESIS)

Oleh
ARIFIA ZULAIKA ANDANINGRUM



FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017

ABSTRACT

PASTING PROPERTIES PROFILE OF FERMENTED SWEET POTATO (*Ipomoea batatas*) FLOUR AS RAW MATERIAL FOR FOOD INDUSTRY

By

Arifia Zulaika Andaningrum

Sweet potato flour has some limitations to be developed as food products. To expand the use of sweet potato flour for food industry, some modifications on the flour were needed. The production of sweet potato flour by fermentation may change pasting properties profile, therefore, it could expand the application of sweet potato flour to develop food products. The aim of this study was to determine the effect of starter and fermentation time on pasting properties profile of sweet potato flour (control) and fermented sweet potato flour. This research was performed using complete randomized block design (CBRD) with two factors and three replications. The first factor was fermentation starters: (1) spontan, (2) *Saccharomyces cerevisiae*, (3) *Leuconostoc mesenteroides* and (4) mixed of *Leuconostoc mesenteroides – Saccharomyces cerevisiae* and non-fermented fresh sweet potato as the control. The second factor was fermentation time: 24 hours, 48 hours, 72 hours, 96 hours. The homogeneity of data was analyzed using Bartlett test and additivity was tested using Tukey test. ANOVA was used to know the effect of treatments. Data were then further analyzed using orthogonal polynomial

comparasion at 1% and 5% level. The results showed that fermentation starter treatment had significant effect on pH value of fermented sweet potato chips solution, amylose content and fermented sweet potato pasting properties profile except on the initial temperature of gelatinization. The highest peak viscosity value of 1204 BU was obtained from the starter treatment with the addition of mix culture (*Leuconostoc mesenteroides* and *Saccharomyces cerevisiae*). The pH value of fermentation solution of sweet potato chips tended to decrease with the duration of fermentation, while amylose content, gelatinization initial temperature and fermented sweet potato flour breakdown viscosity tended to increase with fermentation duration. The length of fermentation had no significant effect on the peak viscosity value and the value of the fermented sweet potato starch setback viscosity. Based on the results of this research, fermented sweet potato flour can be applied to products that require thickening, but further research is needed to decrease the value of breakdown viscosity for fermented sweet potato flour to be more stable when applied to food products.

Key words: fermented sweet potato flour, *Leuconostoc meseneroides*, pasting properties, *Saccharomyces cerevisiae*.

ABSTRAK

PROFIL SIFAT PASTA TEPUNG UBI JALAR (*Ipomoea batatas*) TERFERMENTASI SEBAGAI BAHAN BAKU INDUSTRI PANGAN

Oleh

Arifia Zulaika Andaningrum

Tepung ubi jalar mempunyai keterbatasan untuk dikembangkan menjadi produk pangan. Untuk memperluas penggunaannya dalam industri pangan, tepung ubi jalar perlu dimodifikasi, antara lain melalui fermentasi. Pembuatan tepung ubi jalar dengan proses fermentasi diharapkan mampu mengubah profil pastanya sehingga dapat diaplikasikan secara luas pada produk pangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis starter dan lama fermentasi terhadap profil pasta tepung ubi jalar (kontrol) dan tepung ubi jalar terfermentasi. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap dengan 2 faktor dan tiga kali ulangan. Faktor pertama adalah jenis starter fermentasi yaitu dengan (1) spontan, (2) *Saccharomyces cerevisiae*, (3) *Leuconostoc meseneroides*, (4) kultur campuran *Leuconostoc meseneroides* dan *Saccharomyces cerevisiae*, sebagai kontrol adalah tepung ubi jalar tanpa fermentasi. Faktor kedua adalah lama fermentasi yaitu 24 jam, 48 jam, 72 jam dan 96 jam. Data yang diperoleh diuji kesamaan ragamnya dengan uji Bartlett dan kemenambahan dengan uji Tuckey. Analisis sidik ragam digunakan untuk

mengetahui ada tidaknya pengaruh perlakuan, data kemudian diuji lanjut menggunakan uji orthogonal polinomial pada taraf 1% dan 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan jenis starter berpengaruh nyata terhadap nilai pH larutan fermentasi chips ubi jalar, kadar amilosa dan profil pasta tepung ubi jalar terfermentasi, namun tidak berpengaruh nyata pada suhu awal gelatinisasi. Nilai viskositas puncak tertinggi sebesar 1204 BU diperoleh dari perlakuan starter dengan penambahan kultur campuran (*Leuconostoc meseneroides* dan *Saccharomyces cerevisiae*). Nilai pH larutan fermentasi chips ubi jalar cenderung menurun seiring lamanya fermentasi, sementara kadar amilosa, suhu awal gelatinisasi dan *breakdown viscosity* tepung ubi jalar terfermentasi cenderung meningkat seiring lamanya fermentasi. Perlakuan lama fermentasi tidak berpengaruh nyata terhadap nilai viskositas puncak dan nilai *setback viscosity* tepung ubi jalar terfermentasi. Berdasarkan hasil penelitian, tepung ubi jalar terfermentasi dapat diaplikasikan untuk produk produksi yang membutuhkan bahan pengental namun demikian perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menurunkan nilai *breakdown viscosity* agar produk tepung ubi jalar terfermentasi lebih stabil pada saat diaplikasikan ke produk pangan.

Kata Kunci: *Leuconostoc meseneroides*, *Saccharomyces cerevisiae*, sifat pasta, tepung ubi jalar terfermentasi.

**PROFIL SIFAT PASTA TEPUNG UBI JALAR (*Ipomoea batatas*)
TERFERMENTASI SEBAGAI BAHAN BAKU INDUSTRI PANGAN**

**Oleh
ARIFIA ZULAIKA ANDANINGRUM**

Tesis

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
MAGISTER SAINS

Pada

Program Pascasarjana Magister Teknologi Industri Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**PROGRAM PASCASARJANA
MAGISTER TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

Judul Tesis : **PROFIL SIFAT PASTA TEPUNG UBI JALAR
(*Ipomoea batatas*) TERFERMENTASI SEBAGAI
BAHAN BAKU INDUSTRI PANGAN**

Nama Mahasiswa : **Arifia Zulaika Andaningrum**

No. Pokok Mahasiswa : **15240510003**

Program Studi : **Magister Teknologi Industri Pertanian**

Fakultas : **Pertanian**



Prof. Ir. Neti Yuliana, M.Si., Ph.D.
NIP 19650725 199203 2 002

Ir. Siti Nurdjanah, M.Sc., Ph.D.
NIP 19620720 198603 2 001

2. Ketua Program Pascasarjana

Dr. Sri Hidayati, S.T.P., M.P.
NIP 19710930 199512 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Pengudi

Ketua

: Prof. Ir. Neti Yuliana, M.Si., Ph.D.



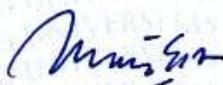
Sekretaris

: Ir. Siti Nurdjanah, M.Sc., Ph.D.

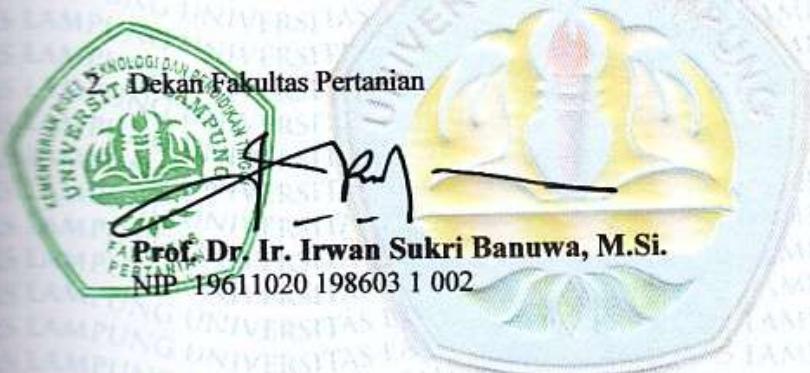


Pengudi

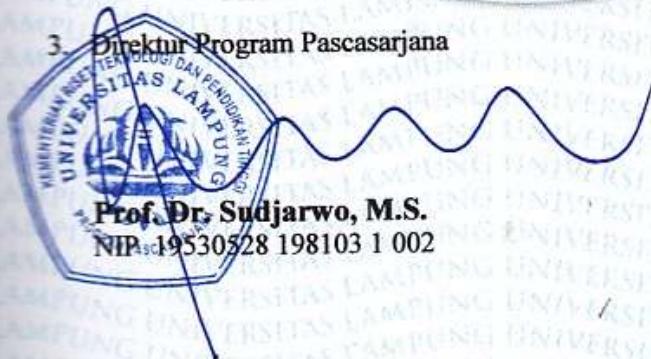
Bukan Pembimbing : Dr. Dra. Maria Erna Kustyawati, M.Sc.



2. Dekan Fakultas Pertanian



3. Direktur Program Pascasarjana



4. Tanggal Lulus Ujian Tesis : 08 November 2017

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Arifia Zulaika Andaningrum

NPM : 1524051003

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya sendiri dibawah bimbingan pembimbing pertama, pembimbing kedua, dan penguji, berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi materi yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, Desember 2017



Arifia Zulaika Andaningrum
NPM. 15240510043

RIWAYAT HIDUP

Arifia Zulaika Andaningrum lahir di Tanjung Ratu pada 6 Januari 1983, sebagai putri pertama dari pasangan Bapak Agus Heru Sutedjo dan Ibu Siti Fatimah.

Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar Negeri 2 Tanjung Ratu, Lampung Selatan pada tahun 1994; Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Katibung, Lampung Selatan pada tahun 1997; Sekolah Menengah Umum Negeri 1 Sidomulyo, Lampung Selatan pada tahun 2000; Diploma III Analis Kimia Fakultas MIPA Universitas Lampung pada tahun 2003. Sarjana Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada tahun 2010.

Terhitung Mulai Tanggal 1 Desember 2003 penulis diterima sebagai Calon Pegawai Negeri Sipil di Balai Riset dan Standardisasi Industri Bandar Lampung, Kementerian Perindustrian dan Perdagangan. TMT 1 April 2005 penulis diangkat menjadi Pegawai Negeri Sipil. Pada tahun 2015, penulis mendapat beasiswa mandiri dari PUSDIKLAT Kementerian Perindustrian. Penulis diterima sebagai Mahasiswa Program Pascasarjana (S2) Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada bulan Agustus tahun 2015.

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “ Profil Sifat Pasta Tepung Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*) Terfermentasi Sebagai Bahan Baku Industri Pangan”.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Neti Yuliana, MSi., sebagai pembimbing pertama sekaligus pembimbing akademik, atas kesediaan dan kesabarannya dalam membimbing penulis selama pelaksanaan penelitian dan penulisan tesis.
2. Ibu Dr. Ir. Siti Nurdjanah, M.Sc., sebagai pembimbing kedua, yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan tesis.
3. Ibu Dr. Maria Erna Kustyawati, M.Sc., sebagai pembahas yang telah memberikan saran dan koreksi dalam penulisan tesis.
4. Ibu Dr. Sri Hidayati, S.T.P. M.P., sebagai Ketua Jurusan Magister Teknologi Industri Pertanian atas izin penelitian yang diberikan.
5. Kepala Baristand Industri Bandar Lampung yang telah memberikan rekomendasi kepada penulis untuk melanjutkan studi pada Magiser Teknologi Industri Pertanian Universitas Lampung.
6. Seluruh Dosen dan Karyawan Magister Teknologi Industri Pertanian Universitas Lampung, yang telah memberikan tambahan ilmu pengetahuan dan motivasi kepada penulis selama penulis melakukan studi.

7. Rekan-rekan seperjuangan MTIP 15, Mbak Metri, Mini, Tyas, Pak Hadi, Pak Syam, Pak Novi, Okta, Rohmat, dan Fajar atas kerjasama yang baik dan menyenangkan serta membanggakan sehingga tersusunnya tesis ini.
8. Mba Dini, Rafif dan Hesti, atas kerjasama dan bantuannya selama penelitian
9. Rekan-rekan di Baristand Industri Bandar Lampung atas dukungan dan bantuannya.
10. Terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungannya hingga terselesaikannya tesis ini.

Akhirnya penulis berharap tesis ini dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi semua pihak.

Bandar Lampung, Desember 2017

Penulis

Arifia Zulaika A

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah.....	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Kerangka Pemikiran.....	3
1.4 Hipotesis.....	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Ubi Jalar	7
2.2 Tepung Ubi Jalar	9
2.3 Fermentasi Asam Laktat dan Khamir serta Tepung Fermentasi	13
2.4 Tepung Modifikasi	21
2.5 Profil Pasta	22
III. BAHAN DAN METODE	29
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	29
3.2 Bahan dan Alat	29
3.3 Metode Penelitian	30

3.4	Pelaksanaan Penelitian	31
3.4.1	Penyiapan Starter	31
3.4.2	Proses Fermentasi Ubi Jalar	32
3.4.3	Pembuatan Tepung Fermentasi Ubi Jalar	32
3.5	Pengamatan	35
3.5.1	pH Larutan Fermentasi Chips Ubi Jalar	35
3.5.2	Analisis Amylosa	35
3.5.3	Analisa Sifat Pasta Tepung Fermentasi Ubi Jalar	37
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1	Derajat Keasaman(pH) Larutan Fermentasi Ubi Jalar Putih	38
4.2	Kadar Amilosa	39
4.3	Suhu Awal Gelatinisasi	42
4.4	Viskositas Puncak	44
4.5	<i>Breakdown viscosity</i>	48
4.6	<i>Setback viscosity</i>	50
V.	KESIMPULAN	52
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan gizi pada ubi jalar putih per 100 gram	8
2. Komposisi kimia dan sifat fisik tepung ubi jalar.....	10
3. Rekomendasi penetapan persyaratan mutu fisik tepung ubi jalar .	10
4. Hasil pengujian pH larutan fermentasi ubi jalar.....	62
5. Uji kehomogenan (kesamaan) ragam (Bartlett's test nilai pH larutan fermentasi ubi jalar	63
6. Hasil analisis ragam terhadap nilai pH larutan fermentasi chips ubi jalar.....	63
7. Uji ortogonal polinomial- orthogonal contras nilai pH	64
8. Hasil perhitungan kadar amilosa pada tepung ubi jalar dan tepung ubi jalar terfermentasi	65
9. Uji kehomogenan (kesamaan) ragam (Bartlett's test terhadap kadar amilosa tepung ubi jalar dan tepung ubi jalar terfermentasi	66
10. Hasil analisis ragam terhadap kadar amilosa tepung ubi jalar dan tepung ubi jalar terfermentasi	66
11. Uji ortogonal polinomial- orthogonal contras kadar amilosa.....	67
12. Hasil pengujian nilai suhu awal gelatinisasi pada tepung ubi jalar dan tepung ubi jalar terfermentasi	68
13. Uji kehomogenan (kesamaan) ragam (Bartlett's test terhadap suhu awal gelatinisasi tepung ubi jalar dan tepung ubi jalar terfermentasi	69
14. Hasil analisis ragam terhadap suhu awal gelatinisasi tepung ubi jalar dan tepung ubi jalar terfermentasi	69

15.	Uji ortogonal polinomial- orthogonal contras suhu awal gelatinisasi	70
16.	Hasil pengujian nilai viskositas puncak pada tepung ubi jalar dan tepung ubi jalar terfermentasi	71
17.	Uji kehomogenan (kesamaan) ragam (Bartlett's test terhadap viskositas puncak tepung ubi jalar dan tepung ubi jalar terfermentasi	72
18.	Hasil analisis ragam terhadap viskositas puncak tepung ubi jalar dan tepung ubi jalar terfermentasi	72
19.	Uji ortogonal polinomial- orthogonal contras viskositas puncak..	73
20.	Hasil pengujian nilai <i>breakdown viscosity</i> pada tepung ubi jalar dan tepung ubi jalar terfermentasi	74
21.	Uji kehomogenan (kesamaan) ragam (Bartlett's test terhadap nilai <i>breakdown viscosity</i> tepung ubi jalar dan tepung ubi jalar terfermentasi	75
22.	Hasil analisis ragam terhadap nilai <i>breakdown viscosity</i> tepung ubi jalar dan tepung ubi jalar terfermentasi	75
23.	Uji ortogonal polinomial- orthogonal contras <i>breakdown viscosity</i>	76
24.	Hasil pengujian nilai <i>setback viscosity</i> pada tepung ubi jalar dan tepung ubi jalar terfermentasi	77
25.	Uji kehomogenan (kesamaan) ragam (Bartlett's test terhadap nilai <i>setback viscosity</i> tepung ubi jalar dan tepung ubi jalar terfermentasi	78
26.	Hasil analisis ragam terhadap nilai <i>setback viscosity</i> tepung ubi jalar dan tepung ubi jalar terfermentasi	78
27.	Uji ortogonal polinomial- orthogonal contras <i>setback viscosity</i> ...	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar

1.	Struktur molekul amilosa.....	12
2.	Struktur molekul amilopektin.....	13
3.	Granula pati dan profil viskositas pada proses pasting	21
4.	Profil viskositas pasta yang dianalisa dengan menggunakan Rapid Visco Analyzer (RVA)	28
5.	Proses pembuatan starter <i>Leuconostoc mesenteroides</i>	31
6.	Proses pembuatan starter <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	31
7.	Diagram alir proses fermentasi ubi jalar dengan 4 jenis perlakuan (A), (B), (C), (D),	33
8.	Diagram alir pembuatan tepung ubi jalar	34
9.	Hubungan antara lama fermentasi, jenis starter dan derajat keasaman (pH)	39
10.	Hubungan antara lama fermentasi, jenis starter dan kadar amilosa	40
11.	Hubungan antara lama fermentasi, jenis starter dan suhu awal gelatinisasi	43
12.	Hubungan antara lama fermentasi, jenis starter dan viskositas puncak.....	45
13.	Perbandingan amylogram tepung ubi jalar terfermentasi dan tepung ubi jalar tanpa fermentasi (Kontrol) pada lama fermentasi 24 Jam..	46
14.	Hubungan antara lama fermentasi, jenis starter dan <i>breakdown viscosity</i>	49
15.	Hubungan antara lama fermentasi, jenis starter dan <i>setback viscosity</i>	51

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Ubi jalar memiliki potensi sebagai bahan pangan berbasis sumber daya lokal dalam menunjang program diversifikasi pangan berbasis tepung karena memiliki kandungan nutrisi yang baik, umur tanam yang relatif pendek serta hasil produksi yang tinggi (*Susetyo et al.*, 2016). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2017), produksi ubi jalar di Propinsi Lampung pada tahun 2016 mencapai 23.603 ton dengan luas panen 2441 Hektar.

Pengolahan ubi jalar menjadi tepung ubi jalar memberikan beberapa keuntungan seperti meningkatkan daya simpan dan dapat digunakan menjadi bahan baku industri. Menurut Kamal *et al.* (2013), tepung ubi jalar dapat digunakan sebagai pengganti tepung terigu untuk bahan baku sejumlah produk makanan, namun demikian tepung ubi jalar masih memiliki kelemahan misalnya produk mie berbahan baku tepung ubi jalar mempunyai tekstur yang kurang kenyal (*Sukerti et al.*, 2013).

Untuk keperluan industri yang lebih luas, tepung ubi jalar perlu dimodifikasi terlebih dahulu agar memiliki sifat yang sesuai dengan penggunaannya. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memodifikasi tepung ubi jalar adalah dengan melakukan fermentasi. Proses fermentasi dapat mempengaruhi sifat

fungsional tepung yang dihasilkan. Prinsip modifikasi dengan cara fermentasi asam laktat adalah bakteri asam laktat (BAL) yang tumbuh menghasilkan asam organik serta enzim pektinolitik dan sellulolitik yang dapat merenggangkan dan menghancurkan sebagian dinding sel ubi jalar, sedemikian rupa sehingga terjadi liberasi granula pati (Anggraeni *et al.*, 2014). Perendaman yang lama juga dapat dianggap perlakuan biologis, karena beragam bakteri tumbuh menghasilkan asam dan enzim yang dapat melunakkan jaringan. Bakteri asam laktat, *Saccharomyces cerevisiae* dan bakteri lain selama fermentasi berperan dalam penguraian sebagian pati, pengasaman, dan pengembangan cita rasa. Bakteri asam laktat juga berperan dalam pembentukan aroma, penghambat bakteri pembusuk dan patogen (Haryadi, 2011). Novianti (2016) melaporkan perlakuan fermentasi terbaik untuk tepung ubi jalar terfermentasi yang digunakan dalam pembuatan mie adalah tepung ubi jalar terfermentasi dengan menggunakan kultur campuran *Lactobacillus plantarum*, *Leuconostoc mesenteroides* dan *Saccharomyces cerevisiae*.

Dalam penelitian ini, modifikasi dilakukan dengan cara fermentasi spontan, fermentasi menggunakan starter *Saccharomyces cerevisiae*, *Leuconostoc mesenteroides* dan campuran starter *Leuconostoc mesenteroides* - *Saccharomyces cerevisiae*. Pemilihan modifikasi tepung ubi jalar dengan cara fermentasi dilakukan karena proses yang relatif mudah dan tepung ubi jalar terfermentasi yang dihasilkan aman dikonsumsi. Pembuatan tepung ubi jalar dengan proses fermentasi juga diharapkan mampu mengubah profil pastanya sehingga dapat diaplikasikan secara luas sebagai bahan baku industri pangan.

Sebagai bahan organik dengan struktur molekul yang kompleks, tepung ubi jalar terfermentasi memiliki sifat-sifat yang spesifik. Karakteristik spesifik tepung ubi jalar terfermentasi dapat diketahui dengan mempelajari sifat pasta tepung ubi jalar terfermentasi. Analisis sifat pasta diperlukan dalam industri pengolahan tepung ubi jalar terfermentasi untuk mengetahui sifat gelatinisasi, viskositas maksimum, ketahanan terhadap panas dan pengadukan (*breakdown viscosity*) kemampuan *set back viscosity*, serta aplikasinya dalam pengolahan. Temperatur pasta merupakan salah satu sifat yang dapat memberikan informasi estimasi waktu pemasakan minimum untuk suatu material bahan pangan dan biaya energi yang mungkin ditimbulkan (Nabubuya *et al.*, 2012). Kualitas produk hasil pengolahan diharapkan dapat ditingkatkan dengan cara memanfaatkan informasi sifat pasta tepung ubi jalar terfermentasi. Mengingat pentingnya pengetahuan mengenai sifat pasta tepung ubi jalar terfermentasi, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui hubungan antara pengaruh jenis starter dan lama fermentasi terhadap kandungan amilosa dan sifat pasta tepung ubi jalar terfermentasi.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh jenis starter dan lama fermentasi tepung ubi jalar terfermentasi terhadap profil pasta tepung ubi jalar terfermentasi.

1.3 Kerangka Pemikiran

Ubi jalar dapat diproses menjadi tepung ubi jalar. Tepung ubi jalar dapat dimanfaatkan dalam pembuatan biskuit (Srivastava *et al.*, 2012). Namun untuk produk seperti saos , makanan bayi, *salad dressing* dan *cake mix* dibutuhkan

tepung yang memiliki tingkat viskositas yang tinggi. Tepung ubi jalar tidak memiliki karakteristik tersebut, sehingga perlu dilakukan modifikasi untuk memperoleh tingkat viskositas yang tinggi (Anggraeni *et al.*, 2014).

Fermentasi merupakan teknologi yang dapat dilakukan dalam memodifikasi tepung. Teknologi fermentasi memanfaatkan aktivitas mikroba secara efektif yang bersifat menguntungkan manusia dan dapat terjadi karena adanya aktivitas mikroba penyebab fermentasi pada substrat organik yang sesuai. Terjadinya fermentasi dapat menyebabkan perubahan sifat bahan pangan sebagai akibat pemecahan komponen-komponen bahan tersebut dan jika diaplikasikan pada tepung ubi jalar maka akan menghasilkan perubahan sifat fisik kimia pada tepung ubi jalar.

Lama fermentasi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas sifat fisik tepung yang terfermentasi. Semakin lama proses fermentasi, aktivitas mikroba dalam mendegradasi pati semakin besar sehingga akan meningkatkan viskositas, dan tingkat kelarutan (Anggraeni *et al.*, 2014). Menurut Kartikasari *et al.* (2016), lama fermentasi berpengaruh terhadap sifat kimia, morfologi granula dan amilografi pati termodifikasi yang dilakukan secara biologi.

Perbedaan jenis starter yang ditambahkan selama fermentasi diduga akan mempengaruhi keragaman perubahan karakteristik tepung ubi jalar yang dihasilkan. Starter yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Leuconostoc mesenteroides* dan *Saccharomyces cerevisiae*. *Leuconostoc mesenteroides* merupakan jenis bakteri heterofermentatif yang dapat memecah glukosa dan menghasilkan 50% asam laktat, etanol, asam asetat, gliserol, manitol, CO₂

(Gibbons dan Westby, 1986) dan diasetil (Khedid *et al.*, 2009). Selain BAL, khamir *Saccharomyces cerevisiae* dapat pula digunakan untuk fermentasi. *Saccharomyces cerevisiae* memproduksi enzim ekstraseluler amilase dan protease.

Perubahan karakteristik tepung yang dihasilkan diduga akan seiring dengan lama fermentasi yang dilakukan. Menurut Adeleke dan Odedeji (2010), semakin lama fermentasi, BAL yang semakin banyak tumbuh akan mendegradasi pati lalu memotong rantai panjang amilosa dan amilopektin menjadi lebih pendek sehingga jaringan internal granula pati melemah dan mempengaruhi tingkat pembengkakan granula pati. Selain itu degradasi granula pati oleh bakteri asam laktat selama fermentasi dapat merubah porositas, cabang-cabang luar daerah amorph, dan area permukaan granula sehingga akan merubah sifat pati alami (Vatanasuchart *et al.*, 2005).

Proses gelatinisasi merupakan bagian dari sifat reologi tepung ubi jalar terfermentasi. Gelatinisasi adalah suatu proses ketika granula pati dipanaskan didalam air yang menyebabkan pembengkakan granula diikuti dengan berubahnya struktur granula dan hilangnya sifat kristalin sehingga berpengaruh pada kualitas yang diinginkan untuk produk makanan. Untuk mendapatkan kualitas yang diinginkan dari produk, pemahaman tentang proses gelatinisasi perlu dilakukan untuk mengetahui karakter tepung selama pemasakan (Rohaya *et al.*, 2013). Sifat pasta pati dapat memberikan informasi tentang kemampuan pati dalam membentuk struktur produk serta ketahanannya terhadap pemanasan atau

pendinginan, termasuk didalamnya adalah suhu gelatinisasi pati dan viskositas maksimum selama proses termal (Martinez *et al.*, 2011).

Penelitian profil sifat pasta tepung ubi jalar terfermentasi sebagai bahan baku industri pangan diharapkan dapat memberikan informasi untuk aplikasi bagi dunia industri. Pada penelitian ini parameter yang diamati adalah pH larutan fermentasi chips ubi jalar, kadar amilosa serta profil sifat pasta tepung ubi jalar terfermentasi dan non fermentasi meliputi suhu gelatinisasi, viskositas puncak, *breakdown viscosity* dan *setback viscosity*.

1.4 Hipotesis

Starter dan lama fermentasi pada modifikasi tepung ubi jalar berpengaruh terhadap profil sifat pasta tepung ubi jalar terfermentasi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ubi Jalar

Ubi jalar atau ketela rambat (*Ipomoea batatas L.*) adalah tanaman tropis yang dapat tumbuh dengan baik di Indonesia. Ubi jalar dapat tumbuh dengan baik pada daerah dengan ketinggian 0 – 3000 m dpl. Daerah yang paling ideal untuk mengembangkan ubi jalar adalah daerah bersuhu antara 21°C dan 27°C, yang mendapat sinar matahari 11-12 jam/hari, kelembaban udara (RH) 50-60%, dengan curah hujan 750 – 1500 mm / tahun (Rukmana, 1997).

Klasifikasi lengkap taksonomi tumbuhan adalah kingdom Plantae (tumbuh-tumbuhan), divisi Spermatophyta (tumbuhan berbiji) subdivisi Angiospermae (berbiji tertutup), kelas *Dicotelydone* (biji berkeping dua), ordo *Convolvulalesm*, famili *Convolvulaceae*, genus *Ipomoea* dan spesies *Ipomoea batatas L.* Ubi jalar digolongkan dalam dua golongan yaitu ubi jalar berumbi lunak karena banyak mengandung air dan ubi jalar yang berumi keras karena banyak mengandung pati (Lingga *et al.*, 1986).

Dalam budidaya dan usaha pertanian, varietas unggul ubi jalar yang dianjurkan antara lain adalah Daya, Prambanan, Borobudur, Mendut, Kalasan, Muara takus,

Cangkuang, Sewu, Sari, Boko, Sukuh, Kidal, Jago, Shiroyutaka, Papua Solossa, Papua Patippi, Sawentar. Varietas unggul hasil persilangan yang memberikan hasil di atas 20 ton per hektar di lahan kering beriklim basah antara lain Tw/395-6, Lapis 27, Tis 5125-59, lapis 30 dan Ciceh 35 (Saleh dan William, 1994).

Terdapat tiga jenis ubi jalar yaitu ubi jalar merah/ungu, putih, dan kuning. Tiga jenis ubi jalar ini memiliki perbedaan pada warna fisik dan kandungan gizi.

Tabel 1. Komponen gizi ubi jalar dalam 100 g bahan segar

Kandungan Gizi	Banyaknya dalam		
	Ubi putih	Ubi merah	Ubi kuning
Kalori (kal)	123.00	123.00	136.00
Protein (g)	1.80	1.80	1.10
Lemak (g)	0.70	0.70	0.40
Karbohidrat (g)	27.90	27.90	32.30
Air (g)	68.50	68.50	79.28
Serat kasar (%)	0.90	1.20	1.40
Kadar gula (%)	0.40	0.40	0.30
B-karoten (SI)	31.20	174.20	900*

Sumber : Direktorat Gizi Depkes RI (1993)

Ubi jalar merupakan sumber karbohidrat, serta merupakan sumber vitamin dan mineral seperti zat besi, pospor, kalsium, dan natrium (Harnowo *et al.*, 1994). Karbohidrat yang terdapat pada ubi jalar ungu termasuk karbohidrat komplek dengan klasifikasi indeks glikemik (IG) yang rendah, yaitu 54 (Ratnayati, 2011).

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2017), produksi ubi jalar pada tahun 2016 di Propinsi Lampung mencapai 23.603 ton. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2017), luas panen di Propinsi Lampung mencapai 2441 Hektar.

2.2 Tepung Ubi Jalar

Tepung ubi jalar dapat dibuat secara langsung dari ubi jalar yang dihancurkan dan kemudian dikeringkan, tetapi dapat juga dengan cara dibuat gapelek ubi jalar yang dihaluskan (digiling) dengan tingkat kehalusan \pm 80 mesh. Tepung ubi jalar mempunyai kadar protein yang rendah (Antarlina dan Utomo, 1999) dan kadar serat pangan yang tinggi 4,72 % (Zuraida dan Supriati, 2001). Komposisi kimia yang lain dan sifat fisik tepung ubi jalar dapat dilihat pada Tabel 2.

Teknik produksi tepung ubi jalar dengan cara yang tepat akan mempengaruhi kualitas tepung ubi jalar tersebut, terutama terhadap kadar air densitas kamba, warna, sifat mikroskopis granula pati, serta sifat amilografi tepung (Syamsir dan Honestin, 2009). Menurut Ambarsari *et al.* (2009), rekomendasi penetapan standar kualitas tepung ubi jalar yaitu berdasarkan beberapa parameter fisik, persyaratan kimia, kualitas mikrobiologi. Penetapan standar kualitas tepung ubi jalar dapat dilihat pada Tabel 3.

Sebagian besar komponen kimia dalam tepung ubi jalar adalah karbohidrat dalam bentuk pati. Tepung ubi jalar dengan kadar pati yang tinggi cocok untuk pembuatan sirup glukosa dan fruktosa serta produk dengan proses penggorengan, pemanggangan dan pembakaran (Nabubuya *et al.*, 2012). Komponen lain selain pati adalah serat pangan dan beberapa jenis gula yang bersifat larut seperti maltosa, sukrosa, fruktosa dan glukosa. Sukrosa merupakan gula yang banyak terdapat dalam ubi jalar. Total gula dalam ubi jalar berkisar antara 0,38% hingga 5,64% dalam berat basah (Sulistyo, 2006).

Tabel 2. Komposisi kimia dan sifat fisik tepung ubi jalar

Komponen dan Sifat Fisik	Tepung Ubi Jalar
Air (%)	7,00
Protein (%)	2,11
Lemak (%)	0,53
Karbohidrat (%)	84,74
Abu (%)	2,58
Derajat Putih (%)	74,43
Waktu Gelatinisasi (menit)	32,5
Suhu Gelatinisasi ($^{\circ}$ C)	78,8
Waktu Granula Pecah (menit)	39,5
Suhu Granula Pecah ($^{\circ}$ C)	90,0
Viskositas Puncak (BU)	1815

Sumber: Antarlina dan Utomo (1999).

Tabel 3. Rekomendasi penetapan persyaratan mutu fisik tepung ubi jalar

Parameter	Tepung Ubi Jalar
Keadaan :	
- Bentuk	Serbuk
- Bau	Normal
- Warna	Normal (sesuai warna umbi)
Benda Asing	Tidak ada
Kehalusinan (lolos ayakan 80 mesh)	Min 90%

Sumber : Ambarsari *et al.* (2009)

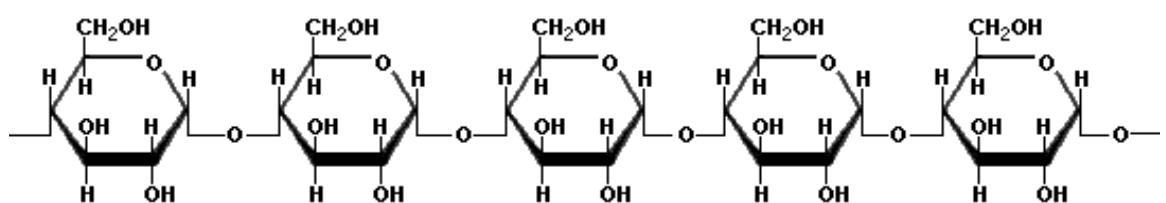
Tepung ubi jalar tersusun dari pati yang paling sedikit terdiri dari tiga komponen utama yaitu amilosa, amilopektin dan material antara seperti, protein dan lemak. Umumnya pati mengandung 15–30% amilosa, 70–85% amilopektin dan 5–10% material antara. Struktur dan jenis material antara tiap sumber pati berbeda tergantung

sifat-sifat botani sumber pati tersebut (Greenwood dan Munro, 1979). Pati dapat dibagi menjadi 2 jenis, yaitu pati alami yang belum mengalami modifikasi (*native starch*) dan pati yang telah termodifikasi (*modified starch*). Pati alami diperoleh dari ekstraksi sari pati yang terdapat pada tanaman baik yang dari umbi, biji maupun batang. Pati dalam bentuk alaminya merupakan butiran-butiran kecil yang sering disebut granula. Pati termodifikasi menurut Fleche (1985) adalah pati dimana gugus hidroksilnya telah diubah lewat suatu reaksi kimia seperti esterifikasi, eterifikasi atau oksidasi atau dengan mengganggu struktur awalnya. Selain itu, pati alami dapat dimodifikasi sehingga mempunyai sifat-sifat yang diinginkan seperti perubahan struktur molekul yang dapat dilakukan secara kimia, fisik maupun enzimatis. Glicksman (1969) mengemukakan pati termodifikasi adalah pati yang diberi perlakuan tertentu dengan tujuan untuk menghasilkan sifat yang lebih baik untuk memperbaiki sifat sebelumnya atau merubah beberapa sifat lainnya.

Tepung ubi jalar jepang varietas Shiroyutaka memiliki rasio amilosa-amilopektin sebesar 69,82 % berbanding 30,18%, suhu gelatinisasi pati 78-90°C, viskositas maksimum 1010 BU, granula pati berbentuk bulat dengan ukuran 2-4 mikron, serta daya cerna pati sebesar 84,78% (Hidayat *et al.*, 2007). Apabila granula pati dipanaskan hingga suhu gelatinisasinya, granula akan membentuk pasta pati yang kental. Besarnya viskositas tergantung pada jenis dan konsentrasi pati. Semakin tinggi konsentrasi pati maka semakin tinggi viskositas yang dihasilkan (Pomeranz, 1991).

Hasil penelitian Pramesti *et al.*(2015), menunjukkan bahwa kadar amilosa ubi jalar sebesar 31,86%. Kadar amilosa dalam pati ubi jalar yang relatif cukup banyak dapat dimanfaatkan untuk formulasi cetak obat dan bahan pengisi obat. Amilosa merupakan bagian polimer dengan ikatan α -(1,4) dari unit glukosa dan pada setiap rantai terdapat 500-2000 unit D-glukosa, membentuk rantai lurus yang umumnya dikatakan sebagai linier dari pati (Hee-Joung, 2005). Struktur ini mendasari terjadinya interaksi iodamilosa membentuk warna biru. Menurut Zulaidah (2012), Pati dapat dimanfaatkan dibidang farmasi terutama formula sediaan tablet baik sebagai pengisi, penghancur maupun sebagai pengikat. Kadar Amilosa dalam pati ini dimanfaatkan dibidang farmasi karena sifat alir dan daya kompresibilitas baik sehingga formulasi tablet cetak langsung dapat digunakan sebagai bahan pengisi (Winarno, 2004).

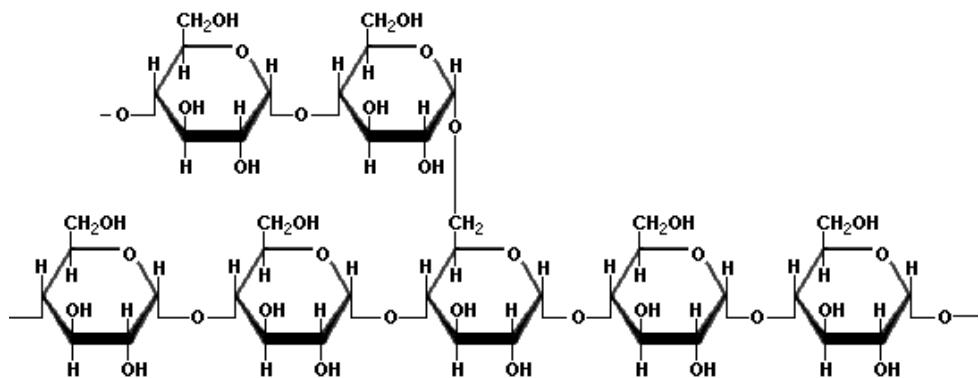
Struktur rantai amilosa cenderung membentuk rantai yang linear seperti terlihat pada Gambar 1



Gambar 1. Struktur Amilosa

Amilopektin adalah polimer berantai cabang dengan ikatan α -(1,4)-glikosidik dan ikatan α -(1,6)-glikosidik di tempat percabangannya. Setiap cabang terdiri atas 25 - 30 unit D-glukosa. Amilopektin seperti amilosa juga mempunyai ikatan α -(1,4) pada

rantai lurusnya, serta ikatan β -(1,6) pada titik percabangannya. Selain perbedaan struktur, panjang rantai polimer, dan jenis ikatannya, amilosa dan amilopektin mempunyai perbedaan dalam hal penerimaan terhadap iodin. Amilosa akan membentuk kompleks berwarna biru sedangkan amilopektin membentuk kompleks berwarna ungu-coklat bila ditambah dengan iodine (Hee-Joung, 2005). Struktur rantai amilopektin cenderung membentuk rantai yang bercabang seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur Amilopektin

Ubi jalar biasanya digunakan untuk bahan pangan seperti keripik, karena adanya amilopektin yang bersifat merangsang terjadinya proses mekar (*puffing*). Produk makanan yang berasal dari pati yang kandungan amilopektinya tinggi akan bersifat ringan, garing dan renyah. (Pramesti *et al.*, 2015).

2.3 Fermentasi Asam Laktat dan Khamir serta Tepung Fermentasi

Fermentasi adalah perubahan atau pemecahan yang terjadi pada bahan organik dengan bantuan mikroorganisme yang sesuai dan kontak langsung dengan substrat

atau bahan pangan, sehingga mengakibatkan perubahan kimia maupun fisik pada bahan pangan (Dahlan dan Handono, 2005). Menurut Hidayat *et al.*, (2006), fermentasi merupakan aktivitas mikroorganisme pada substrat organik yang sesuai terhadap molekul-molekul komplek (protein, karbohidrat, lemak) lalu mengubahnya menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana, mudah larut, dan kecernaan tinggi. Proses fermentasi dapat meningkatkan ketersediaan zat-zat makanan seperti protein dan energi metabolismis serta mampu memecah komponen kompleks menjadi komponen sederhana (Kompiang *et al.*, 1994). Fermentasi asam laktat merupakan proses fermentasi yang melibatkan bakteri asam laktat yang dicirikan oleh akumulasi asam-asam organik terutama asam laktat dan asetat, dengan penurunan pH.

Bakteri asam laktat (BAL) adalah kelompok bakteri Gram positif, berbentuk bulat atau batang tidak membentuk spora, suhu optimum $\pm 37^{\circ}\text{C}$, pada umumnya tidak motil, bersifat anaerob, katalase negatif dan oksidase positif, dan dapat mengubah karbohidrat menjadi asam laktat (Korhenen, 2010). Sifat-sifat khusus bakteri asam laktat adalah mampu tumbuh pada kadar gula, alkohol, dan garam yang tinggi, mampu memfermentasikan monosakarida dan disakarida (Syahrurahman, 1994). Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan BAL adalah lama fermentasi, pH (keasaman), suhu, dan oksigen (Supardi, 1999). Bakteri asam laktat dapat dibedakan atas 2 kelompok berdasarkan hasil fermentasinya, yaitu:

1. Bakteri homofermentatif : glukosa difermentasi menghasilkan asam laktat sebagai satu-satunya produk. Contoh : *Streptococcus*, *Pediococcus*, dan beberapa *Lactobacillus*.

2. Bakteri heterofermentatif : glukosa diperlakukan selain menghasilkan asam laktat juga memproduksi senyawa-senyawa lainnya yaitu etanol, asam asetat dan CO₂. Contoh : *Leuconostoc*, dan beberapa spesies *Lactobacillus*.

BAL mempunyai peranan esensial hampir dalam semua proses fermentasi makanan dan minuman. Salah satu peran utama bakteri ini adalah untuk mengawetkan bahan makanan dengan menghasilkan sebagian besar asam laktat (bakteri homofermentatif), asam asetat, etanol dan CO₂ (bakteri heterofermentatif) serta bakteriosin (Desmazeaud, 1996). Adanya aktivitas enzim yang dimiliki oleh BAL juga dapat mempengaruhi perubahan tekstur produk fermentasi (Wouters *et al.*, 2002). BAL secara luas digunakan sebagai starter untuk fermentasi minuman dan makanan serta berperan sebagai bahan flavor dan pengembang warna (Kusmawati *et al.*, 2000). Mikroorganisme ini berperan dalam perubahan tekstur, aroma, warna, kecernaan dan kualitas nutrisi produk fermentasi (Palumbo dan Wiliam, 1991). Bakteri asam laktat merupakan kelompok bakteri yang mampu mengubah karbohidrat (glukosa) menjadi asam laktat. Spesies dari bakteri ini umumnya memfermentasi gula heksosa menghasilkan asam laktat.

Leuconostoc mesenteroides merupakan bakteri asam laktat heterofermentatif yang mampu menghasilkan senyawa-senyawa selain asam laktat, yaitu karbondioksida, asam-asam volatil, alkohol dan ester (Fardiaz, 1992). Bakteri ini berperan dalam perusakan larutan gula dengan produksi pertumbuhan dekstran berlendir. Menurut Robinson (2000), fermentasi pikel mentimun dan sauerkraut melibatkan aktivitas

bakteri *Leuconostoc mesenteroides* dan *Lactobacillus sp.* *Leuconostoc mesenteroides* mampu menginisiasi produksi asam pada awal fermentasi.

Menurut Yuliana *et al.* (2013), kultur campuran *Leuconostoc mesenteroides* dan *L. plantarum* memiliki jumlah total bakteri asam laktat yang tertinggi. Hal ini karena kedua bakteri asam laktat bersinergis. Woolford dan Pahlow (1998) menyatakan bahwa *Leuconostoc mesenteroides* yang bersifat heterofermentatif akan menurunkan pH dan menghasilkan CO₂ yang akan menggantikan oksigen yang tersisa. Penurunan pH dapat menghambat pertumbuhan bakteri gram negatif, sedangkan CO₂ menstimulasi pertumbuhan bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus plantarum* yang akan menghasilkan asam laktat dalam jumlah banyak sehingga pH akan terus menurun. Akibatnya, jumlah bakteri asam laktat yang tumbuh lebih banyak dan persaingan dengan non bakteri asam laktat makin kecil.

Fermentasi ubi jalar dapat dilakukan dengan penambahan kultur bakteri asam laktat *Lactobacillus plantarum* (Yuliana *et al.*, 2014), *Leuconostoc mesenteroides* (Yuliana *et al.*, 2013) dan secara spontan dengan penambahan gula dan garam pada media fermentasi (Apriyantono, 2004). Selain itu, kadar garam tertentu yang ditambahkan menyebabkan mikroflora yang tumbuh adalah jenis bakteri asam laktat yaitu *Leuconostoc mesenteroides*, *Pediococcus acidilactici*, *Pseudomonas pentoaceticus*, *Lactobacillus brevis* dan *Lactobacillus plantarum* (Rahayu dan Sudarmadji, 1989).

Hampir semua bahan dapat difermentasi oleh bakteri asam laktat, asalkan mengandung karbohidrat dan zat gizi lainnya untuk pertumbuhan bakteri asam laktat.

Pada berbagai jenis makanan fermentasi, keterlibatan bakteri asam laktat memberikan efek yang menguntungkan karena asam yang dihasilkan dapat mencegah pertumbuhan mikroba lain yang tidak dikehendaki selama fermentasi berlangsung (Rahayu *et al.*, 2000).

Prinsip modifikasi dengan cara fermentasi asam laktat adalah bakteri asam laktat (BAL) yang tumbuh menghasilkan asam organik serta enzim pektinolitik dan sellulolitik yang dapat menghancurkan dinding sel ubi jalar, sedemikian rupa sehingga terjadi liberasi granula pati. Enzim dan asam organik yang dihasilkan bakteri asam laktat akan mendegradasi sebagian pati menjadi polimer yang lebih pendek rantainya sehingga memperbaiki sifat fungsional tepung (Salim, 2011). Bakteri asam laktat tersebut juga menghasilkan enzim-enzim yang dapat menghidrolisis pati, mendegradasi protein dan peptida, dan menghidrolisa lemak menjadi asam lemak. Asam organik yang dihasilkan juga akan memperbaiki aroma dan flavor serta mempertahankan warna tepung menjadi lebih baik sehingga memperbaiki organoleptik (Vogel *et al.*, 2002).

Khamir dapat dibedakan atas dua kelompok berdasarkan sifat metabolismenya yaitu bersifat fermentatif dan oksidatif. Khamir jenis fermentatif dapat melakukan fermentasi alkohol yaitu memecah gula (glukosa) menjadi alkohol dan gas contohnya pada produk roti sedangkan khamir jenis oksidatif (respirasi) akan menghasilkan karbon dioksida dan air (Fardiaz, 1992). Khamir tersebut mempunyai enzim α -amilase dan glukoamilase yang mempercepat penguraian pati menjadi glukosa dan

maltose (Hatmanti, 2000). Enzim ekstraseluler, khususnya α -amilase akan memutus ikatan glikosidik α (1,4) yang merupakan penyusun pati (Sari, 2009).

Saccharomyces cerevisiae atau ragi berperan penting dalam industri fermentasi. *Saccharomyces cerevisiae* mampu memfermentasi berbagai karbohidrat. Menurut Hatmanti (2000), *Saccharomyces cerevisiae* memiliki enzim α -amylase yang dapat memutus rantai ikatan glikosidik pada pati secara acak sehingga struktur pati menjadi lebih pendek dan pati dapat lebih mudah dicerna. Adanya aktivitas enzim α -amilase ini juga mempengaruhi komponen yang terdapat dalam pati yaitu amilosa dan amilopektin. Enzim tersebut dapat memutus ikatan rantai lurus α (1,4) glikosidik pada amilosa sehingga struktur rantai amilosa menjadi lebih sederhana dan hal ini akan mengakibatkan penurunan kadar amilosa (Mutia, 2011). Amilopektin memiliki struktur rantai yang bercabang sehingga cukup sulit untuk terputus dan menyebabkan kadar amilopektin pada pati tetap tinggi.

Khamir *Saccharomyces cerevisiae* dan bakteri asam laktat *Lactobacillus plantarum* dapat tumbuh bersama-sama dalam fermentasi ubi kayu. Keduanya memiliki kemampuan untuk tumbuh dalam kondisi aerobik maupun anaerobik dan disebut anaerob fakultatif (Fardiaz, 1992). *Saccharomyces cerevisiae* dan *Lactobacillus plantarum* memiliki kemampuan untuk menghidrolisis pati menjadi gula sebagai nutrisi untuk pertumbuhan mereka. Gula hasil perombakan tersebut digunakan dalam proses metabolisme *Lactobacillus plantarum* dan menghasilkan asam laktat. Asam laktat yang dihasilkan tidak menghambat pertumbuhan khamir karena khamir dapat hidup dalam kondisi asam. Selain itu bakteri asam laktat juga menghidrolisis protein

untuk memperoleh nitrogen yang dibutuhkan untuk pertumbuhan sehingga *Saccharomyces cerevisiae* dan *Lactobacillus plantarum* dapat tumbuh bersama-sama.

Menurut Mutia (2011) pada tapioka terfermentasi, pertumbuhan inokulum campuran ini didahului oleh pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* lalu diikuti *Lactobacillus plantarum*. *Lactobacillus plantarum* lebih cepat mengalami fase kematian logaritmik dan sebaliknya *Saccharomyces cerevisiae* mengalami pengulangan fase pertumbuhan logaritmik. Hal ini diduga karena media fermentasi menyebabkan kondisi asam akibat metabolisme bakteri asam laktat sehingga membunuh bakteri asam laktat tersebut. Berbeda dengan khamir yang dapat merombak asam laktat menjadi alkohol. Alkohol yang dihasilkan oleh khamir ini juga menjadi penyebab kematian bakteri asam laktat.

Menurut Purba *et al.* (2012), tepung ubi jalar dari proses fermentasi ragi tape menghasilkan rendemen sebesar 28 %, warna tepung lebih cerah, dan kandungan protein yang cukup tinggi (4,67 %). Hal ini disebabkan proses fermentasi oleh ragi tape mengandung lebih banyak mikroorganisme dibandingkan ragi lain, selain itu ragi tape sebagai bahan fermentasi cukup efektif dalam merombak sel atau jaringan ubi jalar. Ketika tepung ini digunakan untuk membuat mie basah, menghasilkan organoleptik mendekati mie basah dari tepung terigu. *Saccharomyces cerevisiae* dalam bentuk ragi dapat langsung digunakan sebagai inokulum pada proses fermentasi sehingga tidak diperlukan penyiapan inokulum secara khusus (Purwanto, 2012).

Bakteri asam laktat membutuhkan karbohidrat yang dapat difermentasi untuk pertumbuhannya (Jenie *et al*, 2006). Karbohidrat merupakan sumber energi penting yang dibutuhkan oleh bakteri asam laktat dalam melakukan proses fermentasi. Bakteri asam laktat umumnya mendapatkan energi dari glukosa walaupun beberapa spesies juga menggunakan gula lain seperti laktosa, sukrosa dan xilosa.

Menurut Salminen dan Wright (1993), berdasarkan tipe fermentasi glukosa, bakteri asam laktat dibagi menjadi tiga golongan yaitu:

1. Bakteri asam laktat obligat homofermentatif, artinya gula hanya bisa difermentasi melalui jalur glukolisis dan tidak bisa mengkonsumsi pentose. Hampir seluruh produk yang dihasilkan oleh kelompok bakteri ini berupa asam laktat, contoh : *L. acidophilus*, *L. delbrueckii*, *L. helveticus*, *L. salivarius*.
2. Bakteri asam laktat obligat heterofermentatif, artinya hanya jalur 6-phosphogluconate yang dapat digunakan untuk memfermentasi glukosa dengan hasil produk akhir berupa asam laktat, ethanol asetat dan CO₂.
3. Bakteri asam laktat fakultatif heterofermentatif adalah bakteri yang bisa melalui kedua jalur sebelumnya, baik glikolisis maupun jalur 6-phosphogluconate/phosphoketolase. Kelompok ini bisa mengkonsumsi hexosa dan pentosa, contohnya *L. casei*, *L. curvatus*, dan *L. sake*.

Bakteri homofermentatif sering digunakan dalam pengawetan makanan karena jumlah asam yang tinggi dalam makanan dapat menghambat pertumbuhan bakteri lain. Bakteri asam laktat yang bersifat homofermentatif misalnya *Streptococcus*

feacalis, *Streptococcus liquifaciens*, *Pediococcus cereviseae*, dan *Lactobacillus plantarum* (Salminen dan Wright, 1993). Fermentasi heterofermentatif memproduksi senyawa-senyawa seperti CO₂, sedikit asam-asam volatile, alkohol dan ester. Kelompok bakteri heterofermentatif misalnya *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus brevis*, dan *Lactobacillus pentacetum* (Fardiaz, 1992). Pembentukan asam selama proses fermentasi akan mengakibatkan kondisi substrat semakin asam.

2.4 Tepung Modifikasi

Tepung modifikasi fermentasi merupakan salah satu produk tepung yang diproses menggunakan prinsip memodifikasi sel ubi secara fermentasi oleh BAL yang mendominasi selama berlangsungnya fermentasi tersebut. Mikroba yang tumbuh menghasilkan enzim pektinolitik dan selulolitik yang dapat merusak dinding sel ubi sedemikian rupa, sehingga terjadi pembebasan granula pati yang menyebabkan perubahan karakteristik dari tepung yang dihasilkan berupa naiknya viskositas, kemampuan gelasi, daya rehidrasi dan kemudahan molarut (Zubaidah dan Irawati, 2013).

Selama proses fermentasi, diduga bahwa tingkat keputihan tepung ubi jalar akan mengalami perubahan menjadi lebih putih. Derajat putih tepung dapat menurun akibat adanya pencoklatan yang terjadi pada saat pengupasan ubi jalar. Senyawa polifenol yang terbuka ketika pengupasan bereaksi dengan oksigen sehingga terjadi pencoklatan secara enzimatis. Untuk mencegah pencoklatan dapat ditekan dengan fermentasi. Fermentasi mengubah suasana menjadi asam. Menurut Wirahadikusumah

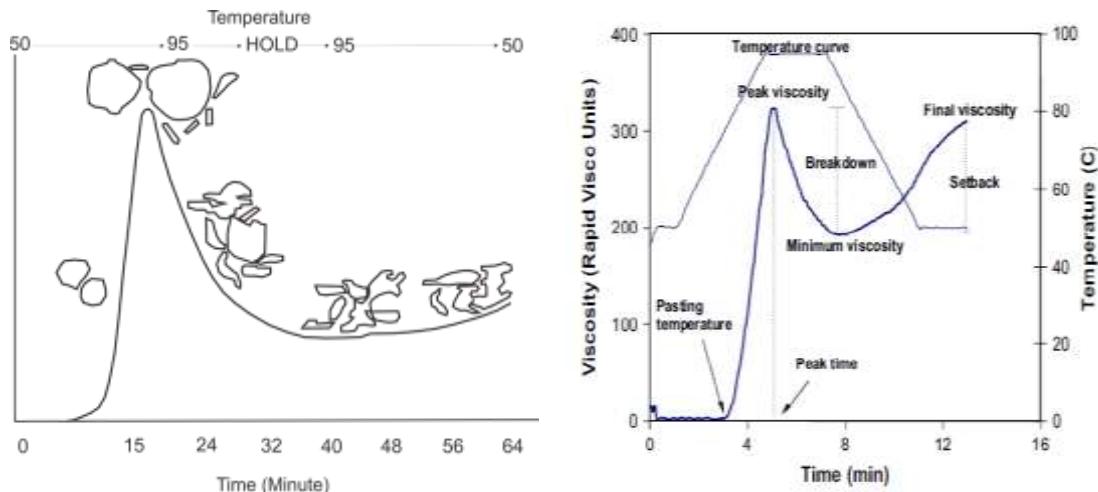
(1997), suasana asam dapat mencegah pencoklatan sehingga ubi jalar yang difermentasi menjadi lebih putih. Saat fermentasi berlangsung juga terjadi penghilangan komponen penimbul warna dan penurunan kandungan protein yang dapat menyebabkan warna coklat ketika pemanasan. Dampaknya adalah warna tepung modifikasi yang dihasilkan lebih putih jika dibandingkan dengan warna tepung ubi biasa (Salminen dan Wright, 1993).

2.5 Profil Pasta

Diantara karakter fungsional pati adalah pembentukan pasta pati. Pembentukan pasta sendiri merupakan fenomena yang mengikuti proses gelatinisasi pati (Cornell, 2004). Pembentukan pasta merupakan hidrasi pati dengan pemanasan. Dimulai dari pengembangan granula, peleahan kristal hingga pelarutan pati membentuk suspensi bening dengan viskositas yang meningkat hingga mencapai puncak saat granula mengembang maksimum, dan bila pemanasan diteruskan, maka granula menjadi rapuh, pecah, dan terpotong-potong membentuk agregat yang menurunkan viskositasnya (Gambar 3) (Copeland *et al.*, 2009).

Sifat pasta pada produk pati atau tepung merupakan karakteristik yang perlu diketahui. Karakteristik sifat pasta diperlukan untuk beberapa tujuan seperti pendugaan sifat pati atau tepung selama pengolahan, identifikasi *set up* peralatan pengolahan dan identifikasi perubahan respon amilografi akibat perbedaan variabel dan proses.

Sifat pasta pati meliputi suhu awal gelatinisasi, suhu gelatinisasi maksimum, waktu dan viskositas maksimum atau viskositas puncak, viskositas jatuh, viskositas balik dan viskositas dingin. Sifat pasta pati atau tepung biasanya disebut dengan sifat amilografi. Sifat amilografi berkaitan dengan pengukuran viskositas pati dengan konsentrasi tertentu selama pemanasan dan pengadukan (Singh *et al.*, 2003). Sifat amilografi tepung dapat dianalisis menggunakan alat Visco Amylo Graph dan Rapid Visco Analyzer.



Gambar 3. Granula pati dan profil viskositas pada proses pasting
Sumber: Copeland *et al.* (2009)

Viskositas pasta panas atau *trough viscosity* (TV) yaitu viskositas pada saat suhu dipertahankan 95°C. Perubahan viskositas selama pemanasan atau *breakdown*, yaitu selisih antara puncak viskositas PV dengan troughTV atau menunjukkan kestabilan viskositas terhadap panas. Viskositas pasta dingin atau *final viscosity* (FV) yaitu viskositas pada saat suhu dipertahankan 50°C. Perubahan viskositas selama

pendinginan disebut *setback*, yaitu selisih antara FV dengan TV atau menunjukkan kemampuan untuk meretrogradasi.

Suhu gelatinisasi atau suhu pembentukan pasta adalah suhu pada saat mulai terjadi kenaikan viskositas suspensi pati bila dipanaskan. Suhu tersebut dinamakan suhu awal gelatinisasi (SAG). Apabila suhu terus meningkat, akan terjadi peningkatan gelatinisasi maksimum. Peristiwa gelatinisasi terjadi karena adanya pemutusan ikatan hidrogen sehingga air masuk ke dalam granula pati dan mengakibatkan pengembangan granula (Smith, 1982).

Secara mikroskopik perubahan granula pati selama pemasakan berlangsung cepat dan melalui 3 tahap. Tahap pertama pada air dingin akan terjadi penyerapan air sampai kira-kira 5-30% yang bersifat *reversible*. Tahap kedua terjadi pada suhu sekitar 60 °C, ketika granula pati mulai mengembang dan menyerap air dalam jumlah banyak sehingga bersifat *irreversible* sedangkan pada tahap ketiga terjadi pengembangan granula yang lebih besar lagi dan amilosa keluar dari granula pati terdispersi ke dalam larutan hingga akhirnya granula pati pecah. Makin banyak amilosa keluar dari granula pati akan lebih banyak terdispersi ke dalam larutan sehingga daya larut pati makin tinggi (Meyer, 1985).

Viskositas maksimum merupakan viskositas pasta yang dihasilkan selama pemanasan (Baah, 2009). Peningkatan penggelembungan granula oleh pengaruh panas akan meningkatkan viskositas pasta suspensi pati sampai mencapai tingkat pengembangan maksimum atau viskositas maksimum yaitu viskositas puncak pada

saat terjadi gelatinisasi sempurna. Makin besar kemampuan mengembang granula pati maka viskositas pasta makin tinggi dan akhirnya akan menurun kembali setelah pecahnya granula pati (Swinkles, 1985).

Setiap jenis pati memiliki karakteristik gelatinisasi (puncak, waktu dan suhu) yang berbeda beda. Gelatinisasi dan sifat pembengkakan dari setiap jenis pati sebagian dikontrol oleh struktur amilopektin, komposisi pati dan arsitektur granula. Ketika pati dipanaskan bersama air berlebih diatas suhu gelatinisasinya, granula pati yang memiliki kandungan amilopektin lebih tinggi akan membengkak lebih besar dibandingkan dengan yang memiliki kandungan yang lebih rendah (Imanningsih, 2012).

Suspensi pati bila dipanaskan, granula-granula akan menggelembung karena menyerap air dan selanjutnya mengalami gelatinisasi dan mengakibatkan terbentuknya pasta yang ditandai dengan kenaikan viskositas pasta. Kenaikan viskositas ini disebabkan oleh terjadinya penggelembungan granula pati khususnya amilosa. Proses ini berlanjut terus hingga viskositas puncak pasta tercapai, kemudian viskositas menurun akibat gaya ikatan antara granula-granula pati yang telah mengembang dan tergelatinisasi menjadi berkurang oleh pemanasan yang tinggi dan pengadukan yang keras. Selain itu struktur granula pati juga pecah sehingga menyebabkan penurunan viskositas pasta serta stabilitas viskositas pasta rendah (Bean dan Setser, 1992).

Menurut Beta dan Corke (2001) dan Panikulata (2008), *breakdown viscosity* berhubungan dengan kestabilan pasta pati selama proses pemanasan. *Breakdown viscosity* merupakan ukuran kemudahan pati yang dimasak untuk mengalami disintegrasi. Besarnya *breakdown viscosity* menunjukkan bahwa granula-granula tepung yang telah membengkak secara keseluruhan bersifat rapuh dan tidak tahan terhadap proses pemanasan. Semakin rendah *breakdown viscosity* maka pati semakin stabil pada kondisi panas dan diberikan gaya mekanis (*shear*). Penurunan nilai viskositas puncak dan nilai viskositas *breakdown* diduga karena meningkatnya keteraturan matriks kristalin dan pembentukan kompleks amilosa-lemak yang menurunkan kapasitas pembengkakan granula dan memperbaiki stabilitas pasta selama pemanasan (Pukkahuta *et al.*, 2008).

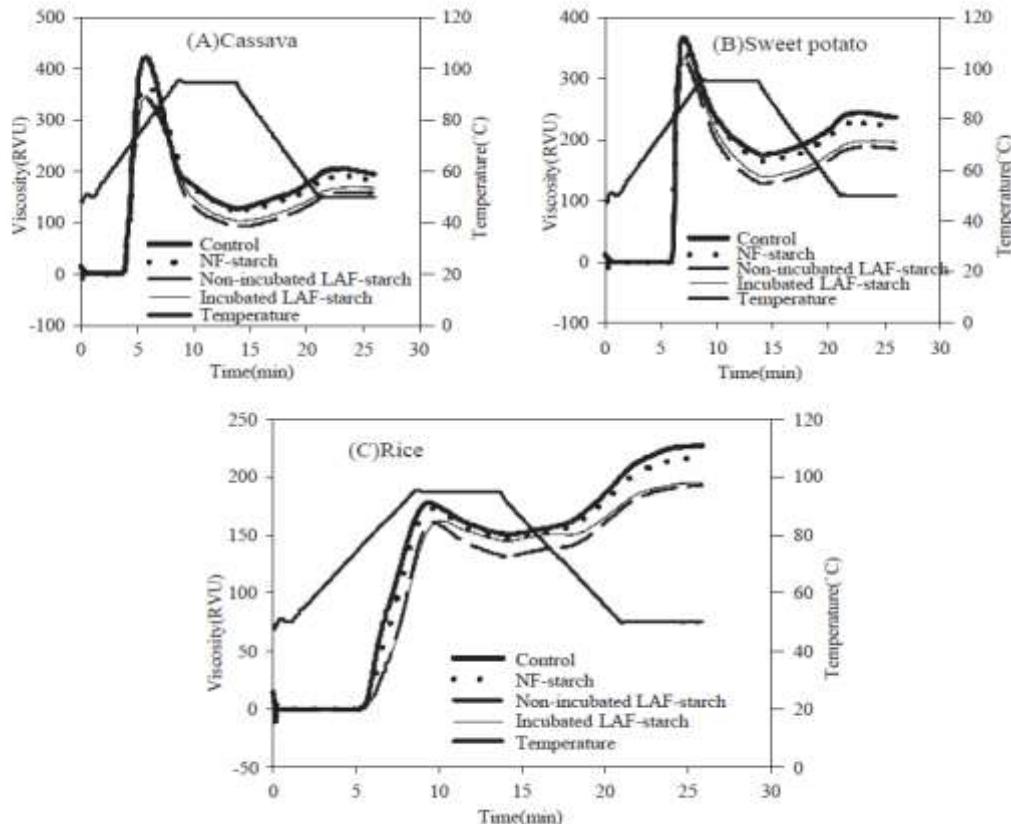
Nilai kenaikan viskositas ketika pasta pati didinginkan disebut *setback viscosity*. Nilai *setback viscosity* diperoleh dengan menghitung selisih antara viskositas pasta pati pada suhu 50°C dengan viskositas maksimum yang telah dicapai pada saat pemanasan. Kenaikan viskositas pati yang terjadi disebabkan oleh retrogradasi pati, yaitu bergabungnya rantai molekul amilosa yang berdekatan melalui ikatan hidrogen intermolekuler (Swinkels 1985 dalam Baah, 2009). Beta dan Corke (2001) menyatakan bahwa *setback viscosity* merupakan ukuran dari rekristalisasi pati tergelatinisasi selama pendinginan. Laju kristalisasi tergantung dari beberapa variabel yaitu rasio amilosa dan amilopektin, suhu, konsentrasi pati, dan keberadaan dari bahan organik dan anorganik (Fennema, 1996).

Semakin tinggi nilai *setback* maka semakin tinggi pula kecenderungan untuk membentuk gel (meningkatkan viskositas) lama pendinginan. Tingginya nilai *setback* menandakan tingginya kecenderungan untuk terjadinya retrogradasi. Hal tersebut didasarkan pada pengertian retrogradasi yaitu terbentuknya jaringan mikrokristal dari molekul-molekul amilosa yang berikatan kembali satu samalain atau dengan percabangan amilopektin di luar granula setelah pasta didinginkan (Winarno, 2004).

Sifat pasta tergantung dari jenis pati (Gambar 4). Singkong memberikan sifat pasta dengan viskositas yang tertinggi (Viskositas Puncak dari pati kontrol = 427 RVU sementara beras memberikan viskositas pasta terrendah (Viskositas puncak dari pati kontrol = 180 RVU). Viskositas pasta panas pati beras lebih tinggi dibandingkan pati singkong, viskositas pasta lebih stabil selama pemanasan dan pemotongan contohnya *breakdown* pasta rendah (*breakdown* pati singkong dan beras masing masing = 300 dan 33 RVU). Sifat pasta pati tidak hanya tergantung pada jenis pati tetapi dapat dipengaruhi oleh pemrosesan pati. Penambahan asam laktat pada pati dapat digunakan untuk mensubstitusi fermentasi alami (Cinsamran *et al.*, 2005).

Menurut Schoch dan Maywald (1968) terdapat 4 tipe pengelompokan pati berdasarkan pola viskositas pastanya, yaitu tipe A: pasta dengan pola viskositas yang memiliki puncak pasta yang tinggi diikuti dengan pengenceran cepat selama pemanasan; tipe B : pasta dengan pola viskositas yang memiliki puncak pasta lebih rendah dan pengenceran yang tidak terlalu besar selama pemanasan; tipe C: pasta dengan pola viskositas yang tidak menunjukkan adanya puncak tetapi lebih kepada

pembentukan viskositas yang sangat tinggi dan tetap konstan atau meningkat selama pemanasan; dan tipe D: pasta dengan pola viskositas yang terlihat bila konsentrasiya dinaikkan dua-tiga kali lipat untuk menghasilkan viskositas panas seperti tipe C.



Gambar 4. Profil viskositas pasta yang dianalisa dengan menggunakan Rapid Visco Analyzer (RVA menggunakan 11 % pati (Basis kering) dari pati fermentasi alami (NF) dan pati fermentasi asam laktat (LAF), pati-pati (tidak diinkubasi dan inkubasi) turunan dari singkong, ubi jalar dan beras

Sumber : (Chinsamran., *et al* 2005)

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2016 sampai Maret 2017 di Laboratorium Pengolahan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Lampung, Laboratorium Politeknik Negeri Lampung dan Laboratorium Penguji Balai Riset dan Standardiasi Industri Bandar Lampung.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ubi jalar umbi putih varietas Ciceh berasal dari daerah Sekincau Liwa yang dibeli di pasar Way halim, Bandar Lampung, *Leuconostoc mesenteroides* InaCCB155 (LIPI), *Saccharomyces cerevisiae* dalam bentuk ragi (Fermipan). Bahan kimia yang digunakan dalam percobaan ini adalah aquades, garam (Refina), gula (Gulaku), ethanol 95 % (Merck), NaOH (Merck), larutan Iodine (Merck), dan amilosa murni (Sigma).

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca analitik (Shimadzu, Japan), micro visco amylograph (Brabender, German), Autoklaf (Hirayama, Japan), Inkubator (Yihder, China), hot plate (IKA model RCT basic), Slicer (Crypto Peerless TRS), oven (Jouan, German), Loyang, Hammer mill (Dietz, German), pengayak

merek Retsch, Spectrophotometer UV-Vis 1800 (Shimadzu, Japan), pH meter (Lovibond, German), dan alat-alat gelas (Pyrex).

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan dua faktor dan tiga ulangan. Faktor pertama adalah jenis starter terdiri dari 5 perlakuan yaitu A. Spontan, B. *Saccharomyces cerevisiae*, C. *Leuconostoc mesenteroides*, D. Kultur campuran *Leuconostoc mesenteroides* dan *Sacharomyces cerevisiae*, E. Kontrol tanpa Fermentasi. Faktor kedua adalah lama fermentasi dengan empat perlakuan yaitu, 24 jam (H_{24}), 48 jam (H_{48}), 72 jam (H_{72}), dan 96 jam (H_{96}).

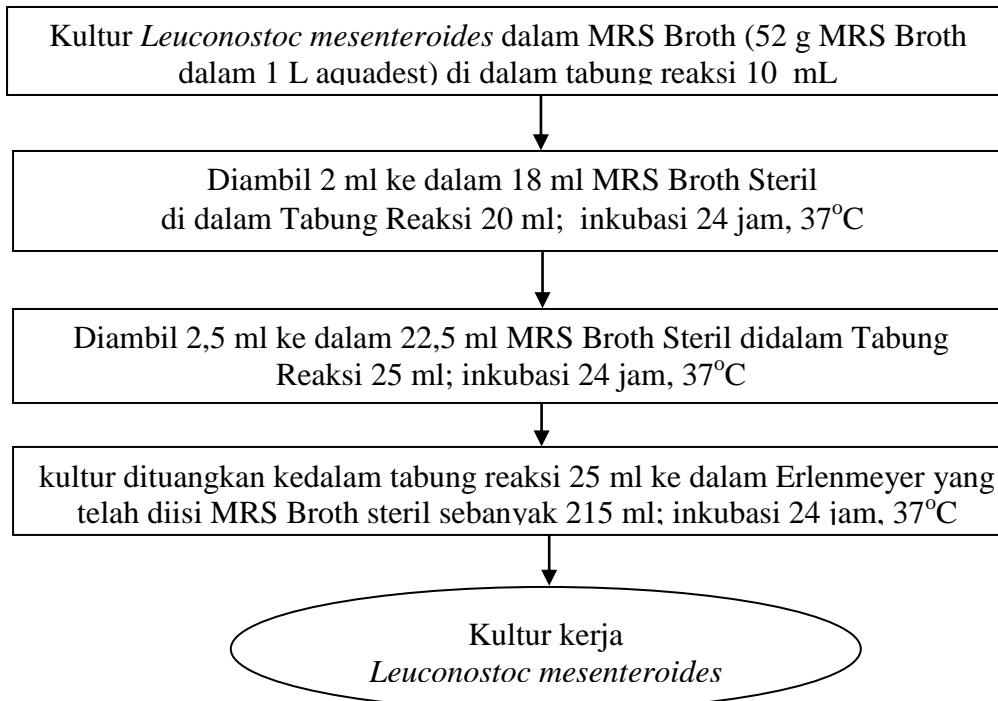
Data yang diperoleh diuji kesamaan ragamnya dengan uji Bartlett dan kemenambahan model diuji dengan uji Tukey. Analisis sidik ragam digunakan untuk mendapatkan penduga ragam galat dan uji signifikansi untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan antar perlakuan, kemudian dilakukan uji lanjut menggunakan uji ortogonal polinominal pada taraf 1% dan 5% .

Pengamatan yang dilakukan adalah pengukuran nilai pH larutan fermentasi chips ubi jalar, kadar amilosa, sifat amylografi / sifat pasta meliputi suhu awal gelatinisasi (SAG), Viskositas Puncak (VP), *Breakdown viscosity* (BV), *Setback viscosity* (SV) tepung ubi jalar (Kontrol) dan tepung ubi jalar terfermentasi.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Penyiapan Starter

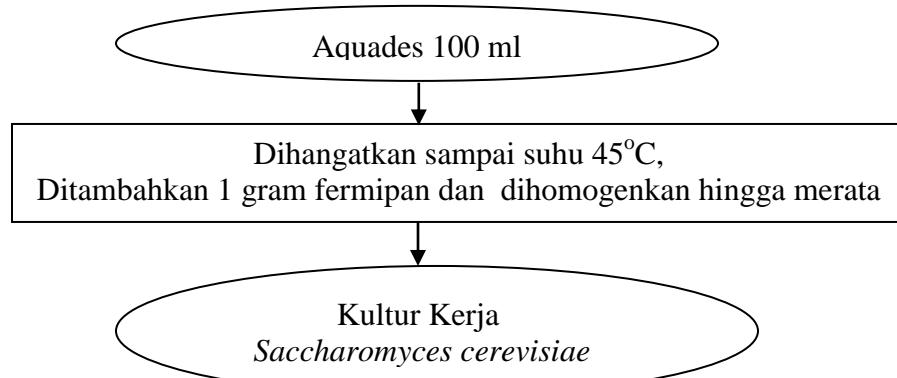
A. *Leuconostoc mesenteroides*



Gambar 5. Proses pembuatan starter *Leuconostoc mesenteroides*

Sumber : Yuliana *et al.*, 2013 (telah dimodifikasi)

B. Penyiapan Starter *Saccharomyces cerevisiae*



Gambar 6. Proses pembuatan starter *Saccharomyces cerevisiae*

Sumber: Mutia (2011) yang dimodifikasi.

3.4.2 Proses Fermentasi Ubi Jalar

Fermentasi ubi jalar diawali dengan persiapan larutan garam 3 % dan gula 1 %. Garam ditimbang sebanyak 600 g dan gula sebanyak 200 g dilarutkan dalam 20 l Aquades. Larutan garam 3 % dan gula 1 % akan digunakan pada 4 jenis perlakuan fermentasi ubi jalar.

Ubi jalar dikupas dan dicuci bersih kemudian ditimbang sebanyak 30 % (b/v) Setelah ditimbang, ubi diiris dengan menggunakan slicer ukuran 1 mm lalu dimasukkan dalam wadah tertutup bervolume 6 l dan ditambahkan larutan gula 1% dan garam 3% *sebanyak 5 % dari volume* (sesuai fermentasi A – D) lalu difermentasi selama 24 jam, 48 jam, 72 jam dan 96 jam dengan perlakuan:

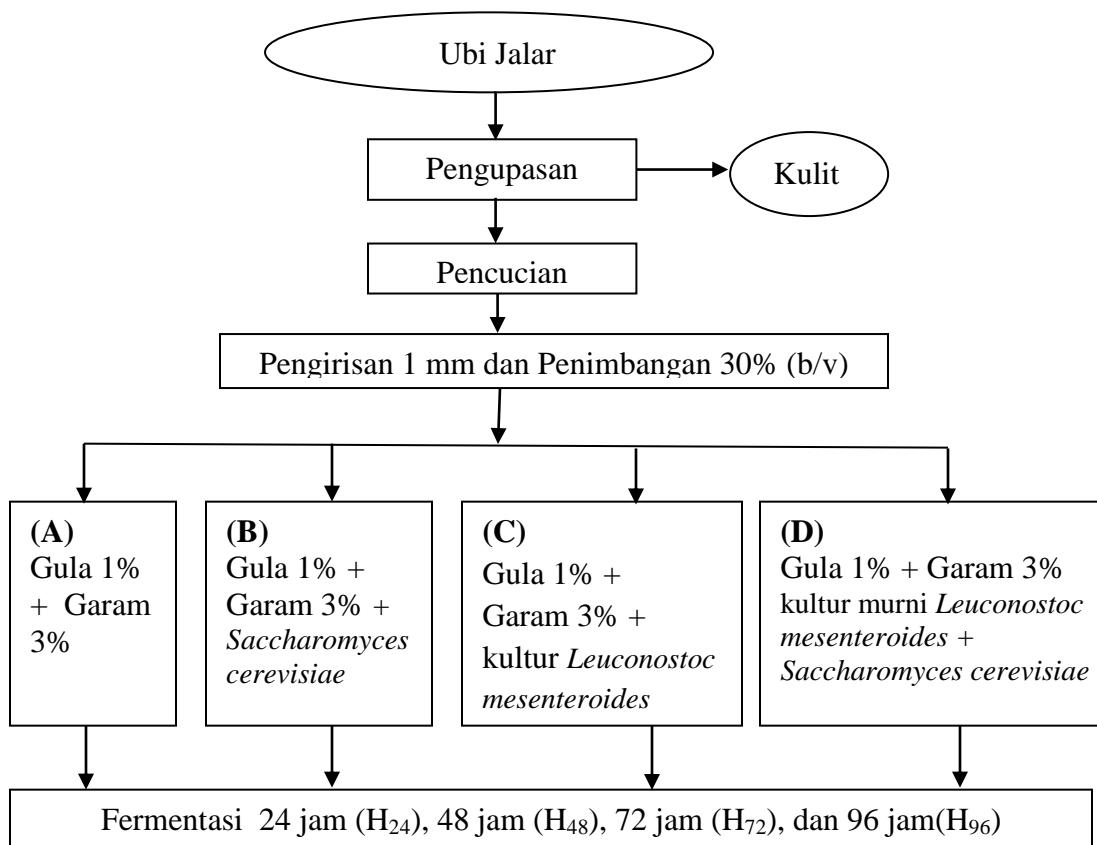
- A. Fermentasi Spontan.
- B. Fermentasi dengan ditambahkan starter *Saccharomyces cerevisiae cerevisiae* sebanyak 5 % dari volume.
- C. Fermentasi dengan ditambahkan starter *Leuconostoc mesenteroides*: sebanyak 5 % dari volume.
- D. Fermentasi dengan ditambahkan *Leuconostoc mesenteroides* 2,5 % dan *Saccharomyces cerevisiae* sebanyak 2,5 % dari volume.

Skema proses fermentasi dapat dilihat pada Gambar 7

3.4.3 Pembuatan Tepung Fermentasi Ubi Jalar

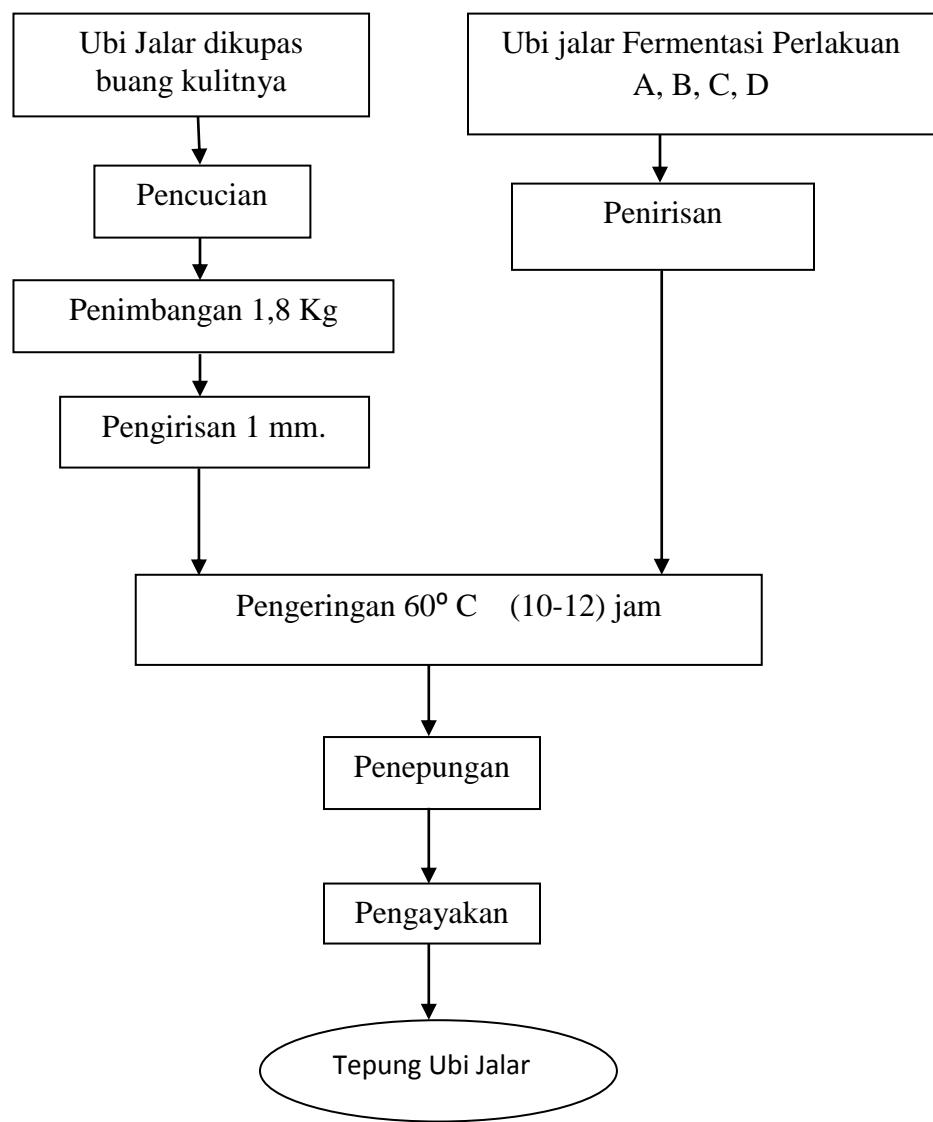
Proses penepungan mengikuti Novianti (2016). Ubi Jalar perlakuan kontrol dikupas dan dicuci bersih lalu ditimbang sebanyak 30 % (b/v). Kemudian ubi jalar diiris

dengan menggunakan *slicer* ukuran 1 mm dan dikeringkan dalam *oven* (Merek Jouan), bersuhu 60°C selama 10 - 12 jam, sampai kadar air \pm 6-10%. Ubi Jalar hasil fermentasi dicuci bersih dan dikeringkan dalam oven blower (Merek Joun) bersuhu 60°C selama 10 - 12 jam, dengan kadar air \pm 6-10%. Ubi jalar perlakuan kontrol dan fermentasi lalu digiling menggunakan *hammer mill* merek Dietz prod dan diayak menggunakan ayakan 80 mesh. Tepung halus kemudian dikemas dalam plastik berpenutup rapat untuk dilakukan pengujian lebih lanjut. Proses penepungan dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 7. Diagram Alir Proses Fermentasi Ubi Jalar dengan 4 Jenis Perlakuan (A), (B), (C), (D).

Sumber: Yuliana dan Nurdjanah (2014) yang dimodifikasi.



Gambar 8. Diagram alir Pembuatan Tepung Ubi Jalar

3.5 Pengamatan

3.5.1 pH Larutan Fermentasi Chips Ubi Jalar

Larutan Fermentasi Chips Ubi Jalar diukur dengan menggunakan pH meter merek Lovibond.

3.5.2 Analisis Amilosa

Pengukuran kadar amilosa berdasarkan metode Juliano (1971). Dilakukan secara iodometri berdasarkan reaksi antara amilosa dengan senyawa iod yang menghasilkan warna biru. Pertama-tama dilakukan pembuatan kurva standar amilosa dengan menggunakan amilosa murni sebanyak 40 mg yang dimasukkan kedalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan dengan 1 mL ethanol 95% dan 9 mL NaOH 1 M. Campuran dipanaskan dalam air mendidih (95°C) selama 10 menit kemudian dipindahkan ke dalam labu takar 100 mL. Gel ditambahkan dengan aquades dan dikocok, kemudian tepatkan hingga 100 mL dengan aquades.

Dari larutan diatas diambil dengan pipet 1,2,3,4,5 mL lalu dimasukkan dalam labu takar 100 mL dan diasamkan dengan asam asetat 1 N sebanyak 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 dan 1,0 mL. Kedalam masing masing labu takar ditambahkan 2 mL larutan Iod dan aquades sampai tanda tera. Larutan digoyang-goyang dengan menggunakan tangan hingga merata dan dibiarkan selama 20 menit, kemudian diukur serapannya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 620 nm, dibuat kurva hubungan antara kadar amilosa dan serapannya.

Selanjutnya dilakukan pengukuran kadar amilosa contoh. Tepung ubi jalar sebanyak 100 mg ditempatkan dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 1 mL ethanol 95% dan 9 mL NaOH 1 M. Campuran dipanaskan dalam air mendidih (95°C) selama 10 menit hingga terbentuk gel dan selanjutnya seluruh gel dipindahkan ke dalam labu takar 100 mL. Gel ditambahkan dengan air dan dikocok, kemudian ditepatkan hingga 100 mL dengan air.

Sebanyak 5 mL larutan contoh dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan 1 mL asam asetat 1 N dan 2 mL larutan iod 0,01 N (berangsur angsur) serta aquades sampai tanda tera. Larutan dikocok dan didiamkan selama 20 menit, kemudian diukur absorbannya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 620 nm. Serapan yang diperoleh diplotkan pada kurva standar untuk memperoleh konsentrasi amilosa contoh. Kadar amilosa dihitung berdasarkan persamaan kurva standar amilosa.

$$\text{Kadar Amilosa (\%)} = \frac{A_{620} \times f.k \times 100 \times 100\%}{100 \cdot k.a}$$

$$\begin{aligned} \text{Dimana } f.k &= \frac{1}{\text{Abs 1 ppm}} \times \frac{1.000 \times 20}{1.000.000} \\ &= \frac{1}{\text{Abs 1 ppm} \times 50} \end{aligned}$$

Keterangan:

A620 = Absorban contoh, k.a = kadar air, 20 dan 1000 = faktor pengenceran

f.k = faktor konversi

3.5.3 Analisis Sifat Pasta Tepung Fermentasi Ubi Jalar dengan *Visco Micro Amylo graph*

Suspensi pati (10 %) dimasukkan kedalam mangkuk amylograph, kemudian diputar dengan putaran 75 putaran per menit sambil dinaikkan suhunya dari 30°C sampai 95°C dengan laju kenaikan suhu 1,5°C per menit setelah itu suhu dipertahankan pada 95 °C selama 20 menit, lalu diturunkan sampai 50°C dengan laju 1,5°C permenit. Perubahan viscositas pasta meliputi suhu gelatinisasi (SG), Viskositas Maksimum (VM), Stabilitas Pasta (SP) dan Viskositas balik (VB) akan tercatat secara kontinyu oleh alat visco amylo graph.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perlakuan jenis starter berpengaruh nyata terhadap profil pasta (kecuali suhu awal gelatinisasi), kadar amilosa dan nilai pH larutan fermentasi chips ubi jalar. Perlakuan starter *Leuconostoc mesenteroides-Saccharomyces cerevisiae* menghasilkan karakteristik viskositas puncak, *breakdown viscosity*, *setback viscosity* dan kadar amilosa yang lebih tinggi dibandingkan kontrol.
2. Perlakuan lama fermentasi berpengaruh terhadap profil pasta (kecuali *breakdown viscosity* dan viskositas puncak), kadar tepung ubi jalar terfermentasi dan nilai pH larutan fermentasi chips ubi jalar. Fermentasi sampai dengan 96 jam meningkatkan kadar amilosa dari 32,59 % menjadi 43,94 %, meningkatkan nilai *setback viscosity* dari 41 BU menjadi 215 BU dan menurunkan nilai pH larutan fermentasi ubi jalar dari 5,49 menjadi 3,39.
3. Berdasarkan profil sifat pasta, tepung ubi jalar terfermentasi dengan penambahan kultur campuran *Leuconostoc mesenteroides - Saccharomyces cerevisiae* pada lama fermentasi 48 jam menghasilkan viskositas puncak tertinggi yaitu 1204 BU

sehingga sesuai untuk diaplikasikan pada produk-produk yang membutuhkan kekentalan.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menurunkan nilai *breakdown viscosity* agar produk tepung ubi jalar terfermentasi lebih stabil pada saat diaplikasikan ke produk pangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aboubacar, A., B.R. Hamaker. 1999. Phsycochemical Properties of Flour that relate to Sorghum Couscos Quality. *Cereal Chemistry*. 76(2):308-313.
- Adeleke, R.O dan J.O. Odedeji. 2010. “Functional Properties of Wheat and Sweet Potato Flour Blends”. *Pakistan Journal of Nutrition* 9(6): 535-538.
- Ajayi, O.I, E. Onyibe, O.B. Oluwolu, A.A. Jegede and T.A. Salami (2016). Production of Fermented Sweet Potato Flour Using Indigenous Starter Cultures African *Journal of Microbiology Research*. 10(41): 1746-1758.
- Anggraeni, Y. P. dan S. S. Yuwono. 2014. Pengaruh Fermentasi Alami pada Chip Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*) Terhadap Sifat Fisik Tepung Ubi Jalar Terfermentasi. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(2): 59-69
- Ambarsari, I., Sarjana, dan A. Choliq. 2009. Rekomendasi dalam Penetapan Standar Mutu Tepung Ubi Jalar. *Jurnal Standardisasi*. 11(3): 212-219.
- Antarlina, S.S. dan J.S. Utomo. 1999. *Proses Pembuatan dan Penggunaan Tepung Ubi Jalar untuk Produk Pangan*. Badan Penelitian dan Pengembangan (Balitkabi) No. 15: 30-44.
- Apriyantono, 2004. *Pengolahan Berbagai Makanan*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Badan Pusat Statistik. 2017. Provinsi *Lampung Dalam Angka 2017 “Lampung In Figures”*. Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung.
- Baah, D. F. 2009. Characterization of Water Yam (*Dioscorea atalata*) for Existing and Potensial Food Products. Thesis. Faculty of Biosciences Kwame Nkrumah University, Nigeria. Leach, E.T., 1965. Gelatinization of Starch. In : Whistler, R.L. and Paschall, E.F. (eds). *Starch : Chemistry and Technology*, Vol I. Industrial Aspects. Academi Press. New York
- Bean, M.M. and Setser, 1992. *Polysacharides, Sugar and Sweeteners in Food Theory and Application*. Jane Bowers (eds) Second Eds. Maxwell Mac Millan Internationals Editions. New York.

- BeMiller, J.N. and Hubber. 2007. *Carbohydrates*. In Fennema's Food Chemistry. Fourth Edition. Edited by Srinivasan, D., K.L. Parkin and O.R. Fennema. CRC Press. Boca Raton, FL.
- BeMiller, J.N., Wishler, R.L., and Paschal, E.F. 1995. *Starch: Chemistry and Technology* Eds. Orlando, San Diego, New York, Toronto, London.
- Beta, T dan H Corke. 2001. Noodle Quality as Related to Sorghum Starch Properties. *Journal American Association of Cereal Chemists* 78(4): 417-420.
- Chinsmaran. K, K. Piyachomkwan, V. Santisopasri and K. Sriroth. 2005. Effect of Lactic Acid Fermentation on Phsyco-chemical properties Starch Derived from cassava, Sweet Potato and rice. *Kasetsart Journal (Natural Science)* 39: 76-78.
- Copeland L, Blazek J, H. Salman and M.C, Tang. 2009. Form and functionality of starch. *Food Hydrocolloids* 23:1527-1534.
- Cornell H. 2004. The functionality of wheat starch di dalam Eliasson C.A. (ed) Food Starch. CRC Press. Woodhead Publ. LTD Cambridge, England.
- Dahlan dan S. Handono. 2005. *Fermentasi Sayur dan Buah*, Departemen Perindustrian. Bogor
- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. 1993. Daftar Komposisi Bahan Makanan. Bhatarakarya Aksara. Jakarta.
- Desmazeaud, M. 1996. Lactic Acid Bacteria in Food: Use and Safety. *Cahiers Agricultures Journal* 5 (5): 331-342.
- Denissa, S. 2014. Pengaruh Fermentasi Natural dan Fermentasi Lactobacillus casei Terhadap Karakteristik Fisikokimia Tepung Ubi Jalar (*Ipomea batatas*) Varietas Jago. [Skripsi]. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB, Bogor.
- Dewi, Y.R. 2014. Kajian Sifat Fisikokimia Tepung Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*) Termodifikasi Fermentasi Asam Laktat dan Aplikasinya Pada Produk Roti Tawar. [Thesis]. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung.
- Edema, M.O. 2010. Effect of *Leuconostoc mesenteroides* on the visco-elastic properties of sour maize meal. *International Food Research Journal*. 17:55-61.
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan*. PAU Pangan dan Gizi. IPB- Bogor.
- Fennema, O.R. 1996. *Food Chemistry*. Marcell Dekker Inc. New York.

- 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.
- Gibbons, W. R. and C. A. Westby. 1986. Effect of Inoculum Size on Solid-Phase Fermentation of Fodder Beets for Fuel Ethanol Production. *Journal Applied and Environmental Microbiology*. 52:960-962.
- Glicksman, M. 1969. *Gum Technology in the Food Industry*. Academic Press. New York and London.
- Greenwood, C.T. and D.N. Munro.,1979, *Carbohydrates*. di dalam R.J. Priestley, ed. *Effects of Heat on Foodstuffs*. Applied Science Publ. Ltd., London.
- Gunaratne, A and H. Corke, 2007. Effect of Hydroxypropylation and Alkaline Treatments in Hydroxypropylation on some structural and Physicochemical Properties of Heat – Moisture Treated Wheat, Potato and Waxy Maize Starch. *Carbohydrate Polymers*. 68:305-313.
- Harnowo, D., S.S. Antarlina, dan H.Mahagyosuko. 1994. "Pengolahan Ubi Jalar Guna Mendukung Diversifikasi Pangan dan Agroindustri". Risalah Seminar Penerapan Teknologi Produksi dan Pascapanen ubi Jalar Mendukung Agroindustri. Badan Penelitian dan Pengembangan. Malang.
- Haryadi, 2011. Teknologi Modifikasi Tepung Kasava. *Agritech*. 31(2) :87-92.
- Hatmanti, A. 2000. "Pertumbuhan *Saccharomyces fibuligera* dan *Saccharomyces cerevisiae* pada Fermentasi Etanol Kulit Pisang Cavendish pada pH Awal yang Berbeda". Balitbang Lingkungan Laut, Puslitbang Oseanologi, LIPI. Bogor. Hal: 41-49.
- Hee-Joung 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.
- Hidayat, B., A. B. Ahza, dan Sugiyono. 2007. "Karakterisasi Tepung Ubi Jalar (*Ipomoea batatas L.*) varietas shiroyutaka Serta Kajian Potensi Penggunaannya Sebagai Sumber Pangan Karbohidrat Alternatif". Jurnal. Teknologi dan Industri Pangan. XVIII(1): 32-39.
- Hidayat, B., Y.R. Widodo, dan C.U. Wirawati. 2006. Pengaruh Jenis Ubi Kayu terhadap Karakteristik Tepung Ubi Kayu (*Cassava Flour*) yang Dihasilkan. Laporan Penelitian Hibah Kompetisi pemerintah Daerah Provinsi lampung Tahun Anggaran 2006. Politeknik Negeri Lampung.
- Immanningsih, N. 2012. Profil Gelatinisasi Beberapa Formulasi Tepung tepungan Untuk Pendugaan Sifat Pemasakan. *Penel Gizi Makan* 35 (1): 13-22.

- Jenie, B.S.L., Nurwitri CC, Nurjanah S, dan A.S., Firleyanti. 2006. "Pengembangan Produk Pangan Tinggi Serat dan Sumber Prebiotik dari Resistant Starch Umbi-umbian". (Laporan Research Grant Program Hibah Kompetisi B). Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Kamal. 2013. Effect of sweet potato flour of two local varietas on quality of breads. *Journal Bangladesh Agricultural University*. 11(2):301-306.
- Kartikasari, S.N., P. Sari, A. Subagio. 2016. Karakterisasi sifat kimia, profil amilografi (RVA) dan morfologi granula (SEM) pati singkong termodifikasi secara biologi. *Jurnal Agroteknologi* 10(01):12-24.
- Khedid, K., M. Faid, A. Mokhtari, A. Soulaymani and A. Znidine. 2009. Characterization of Lactic Acid Bacteria Isolated from The One Humped Camel Milk Produced In Morocco. *Microbiological Research* 164:81-91.
- Kompiang, L.P., J. Dharma, T. Purwadaria, A. Sinurat, dan Supriyati. 1994. "Protein Enrichment: Study *Cassava* Enrichment Melalui Bioproses Biologi untuk Ternak Monogastrik". Kumpulan Hasil-Hasil Penelitian APBN Tahun Anggaran 1993/1994. Balai Penelitian Ternak. Ciawi, Bogor.
- Korhonen, J., 2010, *Forestry and Natural Sciences : Antibiotic Resistance of Lactic Acid Bacteria*, University of Eastern Finland.
- Kusmawati, Aan, Ujang H., dan Evi E. 2000. *Dasar-Dasar Pengolahan Hasil Pertanian I*. Central Grafika. Jakarta.
- Lingga, P., B. Sarwono, I. Rahardi. P.C. Rahardjo. J.J. Afriastini, R. Wudianto, dan W.H. Apriadji. 1986. Bertanam Umbi-umbian. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Marta, H., Marsetio, Y. Cahyana, dan A. G. Pertiwi. 2016. Sifat Fungsional dan Amilografi Pati Millet Putih (*Pennisetum glaucum*) Termodifikasi secara Heat Moisture Treatment dan Annealing". *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 5(3):76-84.
- Martinez, M.O., L. A. B. Perez, K. Whitney, P.O. Diaz and S. Simsek. 2011. Sratch characteristics of bean (*Phaseolus vulgaris L.*) grown in different localities. *Carbohydrate Polymers* 85:54-64.
- Meyer, H., 1985. *Food Chemistry*. Reinhold Publishing Corporation, New York
- Moorthy, S.N., M.S. Sajeev, S. Shanavas. 2012. Sweet Potato Starch: Phsyco-Chemical, Functional, Thermal and Rheological Characteristic. Global Science Book.

- Mutia. I.R., 2011. "Profil Tapioka Terfermentasi sebagai Pati Termodifikasi Menggunakan Inokulum Campuran *Saccharomyces cerevisiae* dan *L. Plantarum*". [Skripsi]. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung.
- Nabubuya, A., Namutebi, Byaruhanga, Narvhus and Wicklund. 2012. Potential use of selected sweetpotato (*Ipomea batatas Lam*) Varietas as Defined by Chemical and Flour Pasting Characteristics. *Food and Nutrition Sciences*. 3:889-896
- Novianti, D. 2016. "Pengaruh Jenis Fermentasi Terhadap Karakteristik Tepung Komposit Ubi Jalar Putih (*Ipomoea batatas L.*) Sebagai Bahan Baku Produk Mie Kering". [Tesis]. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung.
- Numfor ,F.A., William, and Steven. 1995. Physicochemical Changes in Cassava Starch and Flour Associated with Fermentation: Effect on Textural Properties. *Journal of Agricultural Chemical Society* 47: 86-91.
- Nurdjanah, S. Hasanudin, Yuliana, dan Silvianty. 2016. "Physicochemical Characteristics of Cassava Starch Produced By ITTARA- a Small Scale Tapioca Industry: a Case Study at PD Semangat Jaya, Lampung". The USA International Seminar on Food Security (UIFS). Bandar Lampung. 2:158-165
- Palumbo, S.A. and Williams A.C. 1991. Resistance of *Listeria monocytogenes* to Freezing in foods. *Journal of Food Microbiology* 8:63-68.
- Panikulata G. 2008. Potensi modified cassava flour (Mocaf) sebagai substituen tepung terigu pada produk kacang telur. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Pomeranz, Y. 1991. *Functional Properties of Food Components*. Academic Press, Inc., New York.
- Pramesti, H.A., K. Siadi dan E. Cahyono. 2015. Analisis Rasio Kadar Amilosa / Amilopektin Dalam Amilum Dari Beberapa Jenis Umbi. Indo. *Journal of Chemical Science* 4(1).
- Pukkahuta, C., Suwaannawat, Shobsngob, Varavinit. 2008. Comparative study of pasting and thermal transition characteristic of osmotic pressure and heat moisture treated corn starch. *Carbohydrate Polymer* 72:527-536.
- Purba, H. F., R. Hutabarat, dan B. Napitulu. 2012. "Kajian Pembuatan Mie Basah dari Tepung Ubi Jalar Putih di Sumatera Utara". Prosiding Seminar Nasional. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Sumatera Utara.
- Purwanto, Agung, 2012, "Pembuatan Bioetanol Dari Tepung Biji Nangka Dengan Proses Sakarifikasi Fermentasi Fungi *Aspergillus niger* Dilanjutkan Dengan

Fermentasi *Yeast Saccharomyces cereviceae*", Tugas Akhir, Program Diploma Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang.

Rahayu K. dan S. Sudarmadji. 1989. *Mikrobiologi Pangan*. PAU Pangan dan Gizi. Yogyakarta.

Rahayu, W. P., Suliantari dan Lestijaman, T. B. 2000. "Aspek Pembuatan Pikel dan Pemeliharaan Kultur Starter Pikel Jahe". Buletin Penelitian Ilmu dan Teknologi Pangan IV (1) : 35-51.

Ratnayati. 2011. "Pengembangan Makanan Fungsional Mengandung Antioksidan Berbahan Baku Ubi Jalar Ungu yang Aman Dikonsumsi Bagi Penderita Diabetes Melitus". Lembaga Ilmu Pengetahuan. Yogyakarta.

Robinson, R.K. 2000. *Encyclopedia of Food Microbiology*. Academic Press. New York.

Rohaya, M.S., M.Y. Maskat and A.G. Ma'aruf. 2013. Rheological Properties of Different of Pregelatinized Rice Flour Batter. *Sains Malaysiana* 42(12):1707-1714.

Rukmana, R. 1997. Ubi Jalar Budidaya dan Pasca Panen. Kanisius. Yogyakarta.

Salim, E. 2011. *Mengolah singkong Menjadi Tepung Mocaf*. Lily publisher. Yogyakarta.

Saleh, M., dan E. Wiliam. 1994. Penampilan adaptasi klon klon ubi jalar di lahan kering beriklim basah Kalimantan Selatan. Risalah Seminar Penerapan Teknologi Produksi dan Pasca Panen Ubi Jalar Mendukung Agroindustri. Balai Penelitian Tanaman Pangan. Madang.

Salminen, S. and A.V. Wright. 1993. *Lactic Acid Bacteria*. Marcel Dekker, Inc. New York.

Sari, N.K. 2009. "Pengaruh Penambahan *Saccharomyces cerevisiae* dan Lama Fermentasi terhadap kandungan Gizi dan Mutu Pati termodifikasi". [Skripsi]. Universitas Lampung. Bandar Lampung.

Schoch TJ and Maywald EC. 1968. Preparation and properties of various legume starches. Cereal Chem 45:564-573 didalam Chen Z. 2003. Phsycochemical properties of sweet potato starches and their appplcation in noodle products. Ph.D. Thesis. Egeningen University. The Nederland.

Singh N, Jaspreet S, Kaur L, Sodhi N.S, Balmeet S.G. 2003. Review morphological, thermal and rheological properties of starches from different botanical sources. *Food chemistry* 81:219-231.

- Smith, P.S. (1982). *Starch Derivatives and Their Uses in Foods*. dalam: Van Beenum, G.M.A. dan Rolls, J.A. (ed). *Food Carbohydrate*, hal 431-503. AVI. Publ. Co. Inc., Westport, Connecticut.
- Srivastava, S., T. R. Genitha and V. Yadav. 2012. Preparation and quality evaluation of flour and biscuit from sweet potato. *Journal of Food Processing & Technology*. 3(12):1-5.
- Subagio A. 2006. Ubi Kayu substitusi Berbagai Tepung Tepungan. *Food Review Indonesia*. 3:18-21
- Sukerti, N.W., Damiati, C.I.R. Marsiti, NDMS. Adnyawati. 2013. Pengaruh Modifikasi Tiga Varietas Tepung Ubi Jalar dan Terigu Terhadap Kualitas Dan Daya Terima Mi Kering. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 2(2):231-237.
- Sulistyo, C. N. 2006. Pengembangan Brownies Kukus Tepung Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*) di PT. FITS Mandiri Bogor. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB, Bogor.
- Supardi, I. dan Sukamto, 1999. *Mikrobiologi dalam Pengolahan dan Keamanan Pangan*. Alumni, Bandung.
- Susetyo, Y.A., S.Hartini dan M.N. Cahyanti. 2016. Optimasi Kandungan Gizi Tepung Ubi jalar (*Ipomea batatas L.*) Terfermentasi Ditinjau dari Dosis Penambahan Inokulum Angkak Serta Aplikasina dalam Pembuatan Mie Basah. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 5(3):56-63).
- Swinkels, J.J.M. 1985. *Source of Starch, Its Chemistry and Physics*. di dalam : G.M.A.V. Beenum dan J.A Roels (eds.). *Starch Conversion Technology*. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Syahputri. D.A, dan A.K. Wardani. (2015) "Pengaruh Fermentasi Jali (*Coix lacryma jobi-L*) Pada Proses Pembuatan Tepung Terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Cookies dan Roti Tawar". *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 3(3): 984-995.
- Syahrurahman, A. 1994. *Buku Ajar Mikrobiologi Kedokteran* Edisi Revisi. Penerbit Binarupa Aksara.
- Syamsir, E dan T. Honestin. 2009. Karakteristik Fisiko Kimia Tepung Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*) varietas sukuh dengan variasi proses penepungan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*.
- Vatanasuchart, N., O. Naivikul, S. Charoenrein and K. Sriroth, 2005. Molecular properties of cassava starch modified by different UV irradiations to enhance baking expansion. *Carbohydrate Polymer*. 61:80-87.

- Vogel, R.F. M.A- Ehrmann, and M.G. Ganzle. 2002. Development and potential of Starter Lactobacilli Resulting from Exploration of The Sour Dough Ecosystem. *Antonie van Leeuwenhoek* 81 (1-4): 631-639.
- Winarno, F.G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Wincy. 2001. Karakterisasi Tepung Sukun (*Artocarpus altilis*) Pramasak Hasil Pengeringan Kabinet dan Aplikasinya untuk Substitusi Tepung Terigu Pada Pembuatan Kukis. [Skripsi]. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
- Wirahadikusumah, M. 1997. *Biokimia: Protein, Enzim, dan Asam*. ITB. Bandung
- Woolford, M dan Pahlow G. 1998. *The Silage Fermentation*. in: Wood BJB, editor. *Microbiology of Fermented Foods*. Vol 1. London: Blackie Academic & Professional. p. 73-102.
- Wouters, J.T.M., Ayad, E.H.E., Hugenholtz,J. and Smit, G. 2002. Microbes from Raw Milk for Fermented Dairy Products. *International Dairy Journal* 12 P:19-109.
- Yuliana, N., S. Nurdjanah, dan M. Margareta. 2013. The Effect of a Mixed-Starter Culture of Lactic Acid Bacteria on the Characteristic of Pickled Orange-Fleshed Sweet Potato (*Ipomea batatas L.*). *Jurnal Microbiology* 7(1): 1-8.
- Yuliana, N., S. Nurdjanah, R. Sugiharto, dan D. Amethy. 2014. Effect of Spontaneous Lactic Acid Fermentation on Physico-Chemical Properties of Sweet Potato Flour. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia* 8(1):1-8
- Zubaidah, E. dan N. Irawati. 2013. "Pengaruh Penambahan Kultur (*Aspergillus Niger*, *Lactobacillus plantarum*) dan Lama Fermentasi Terhadap Kakteristik Mocaf". *Jurnal Teknologi dan Hasil Pertanian* 11(3): 43-46.
- Zulaidah. 2012. "Peningkatan Nilai Guna Pati Alami melalui Proses Modifikasi Pati". Karya Ilmiah. Jurusan Teknik Kimia. Universitas Pandanaran.
- Zuraida dan Y. Supriati. 2001. "Usaha Tani Ubi Jalar sebagai Bahan pangan Alternatif dan Diversifikasi Sumber Kabohidrat". *Buletin AgroBio* 4(1): 13-23.