

**PENGARUH BERBAGAI JENIS KULTUR STARTER BAKTERI ASAM  
LAKTAT DAN LAMA FERMENTASI TERHADAP KARAKTERISTIK  
FUNGSIONAL TEPUNG UBI JALAR KUNING**

(Skripsi)

Oleh

**MIA OKTASARI**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2018**

## **ABSTRACT**

### **EFFECT OF VARIOUS TYPES OF STARTER CULTURES LACTIC ACID BACTERIA AND FERMENTATION TIME TO THE FUNCTIONAL CHARACTERISTIC OF YELLOW SWEET POTATO FLOUR**

**By**

**MIA OKTASARI**

The aims of this study were to determine the effect of starter culture addition, and the length of fermentation, as well as the interaction between the two treatments on the functional characteristics of yellow sweet potato flour. The study was arranged in a Complete Randomized Block Design (CRBD), factorial with two factors and three replications. The first factor was the starter culture of lactic acid bacteria, namely: the starter from spontaneous fermentation, pickle brine, and *Leuconostoc mesenteroides*. The second factor was the length of fermentation consisted of 0 hours, 24 hours, 48 hours, 72 hours. Data of functional properties were analyzed by using ANOVA and further tested by orthogonal polynomial-contrast test at 1% level. While the data of starch granules are discussed descriptively. The results showed that all treatments (starter culture and length of fermentation) significantly affected the functional characteristics of yellow sweet potato flour, and there were interactions on parameter of pH, starch yield, water retention, and expansion rate. During fermentation (0-72 hours) there was a linear decrease in pH, starch yield, color and aroma score, but there was an increase in

swelling power and water retention. The rate of decrease and increase varies depending on the type of starter culture. In the parameter of solubility there was a quadratic reduction pattern with a minimum point for the treatment of pickle brine 9.59%, *Leuconostoc mesenteroides* 10.85% and spontaneously 11.41%, while in the parameter of expansion rate occurred a quadratic increase pattern with the maximum point for pickle brine, *Leuconostoc mesenteroides* and spontaneously were 16.89; 16.54 and 16.30. On the starch granule appearance, for all starter culture treatments, the longer the fermentation, the more damaged granular surface.

**Keywords** : Lactic acid bacteria, *Leuconostoc mesenteroides*, functional properties, spontaneous fermentation, yellow sweet potato, flour, pickle brine

## ABSTRAK

### PENGARUH BERBAGAI JENIS KULTUR STARTER BAKTERI ASAM LAKTAT DAN LAMA FERMENTASI TERHADAP KARAKTERISTIK FUNGSIONAL TEPUNG UBI JALAR KUNING

Oleh

MIA OKTASARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan kultur starter, dan lama fermentasi, serta interaksi antara keduanya terhadap karakteristik fungsional tepung ubi jalar kuning. Penelitian disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL), faktorial dengan dua faktor dan tiga kali ulangan. Faktor pertama adalah kultur starter bakteri asam laktat yaitu: kultur starter dari fermentasi spontan, cairan pikel dan *Leuconostoc mesenteroides*. Faktor kedua adalah lama fermentasi yaitu: 0 jam, 24 jam, 48 jam, 72 jam. Data sifat fungsional dianalisis dengan sidik ragam serta diuji lanjut dengan uji ortogonal polinomial-contras pada taraf 1 %. Sedangkan data granula pati dibahas secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh perlakuan (jenis kultur stater dan lama fermentasi) berpengaruh nyata terhadap karakteristik fungsional tepung ubi jalar kuning, dan terdapat interaksi pada parameter pH, rendemen pati, *water retention*, dan *expansion rate*. Selama fermentasi (0-72 jam) terjadi penurunan secara linier pada pH, rendemen pati, skor warna dan aroma, namun terjadi peningkatan pada *swelling power* dan *water retention*. Laju penurunan dan

peningkatan berbeda-beda tergantung jenis kultur starter. Pada parameter *solubility* terjadi pola penurunan secara kuadratik dengan titik minimum untuk perlakuan cairan pikel 9,59%, *Leuconostoc mesenteroides* 10,85% dan spontan 11,41%, sedangkan pada *expansion rate* terjadi pola peningkatan secara kuadratik dengan titik maksimum untuk cairan pikel, *Leuconostoc mesenteroides* dan spontan berturut-turut adalah 16,89; 16,54 dan 16,30. Pada penampakan granula pati, untuk semua perlakuan kultur starter, semakin lama fermentasi semakin banyak permukaan granula yang mengalami kerusakan.

**Kata Kunci** : Fermentasi, tepung, ubi jalar kuning, *Leuconostoc mesenteroides*, pikel, bakteri asam laktat, *swelling power*, *solubility*

**PENGARUH BERBAGAI JENIS KULTUR STARTER BAKTERI ASAM  
LAKTAT DAN LAMA FERMENTASI TERHADAP KARAKTERISTIK  
FUNGSIONAL TEPUNG UBI JALAR KUNING**

**Oleh**

**Mia Oktasari**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar  
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**

**Pada**

**Jurusan Teknologi Hasil Pertanian  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2018**

Judul Skripsi

**: PENGARUH BERBAGAI JENIS KULTUR  
STARTER BAKTERI ASAM LAKTAT DAN  
LAMA FERMENTASI TERHADAP  
KARAKTERISTIK FUNGSIONAL TEPUNG  
UBI JALAR KUNING**

Nama Mahasiswa

**: Mia Oktasari**

Nomor Pokok Mahasiswa

**: 1414051064**

Program Studi

**: Teknologi Hasil Pertanian**

Fakultas

**: Pertanian**



**1. Komisi Pembimbing**

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

**Dr. Dewi Sartika, S.T.P., M.Si.**  
NIP. 19701220 200812 2 001

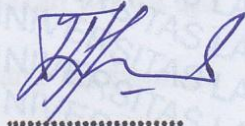
**2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian**

**Ir. Susilawati, M.Si.**  
NIP. 19610806 198702 2 001

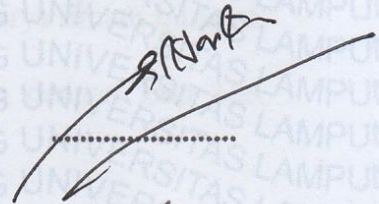
**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

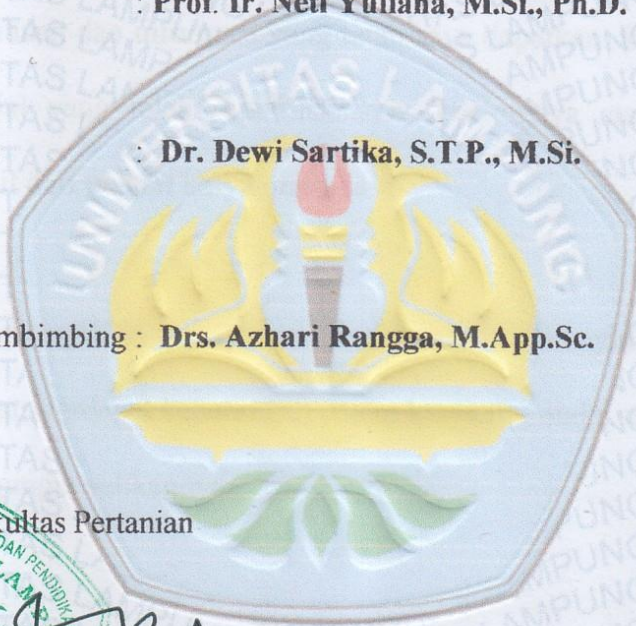
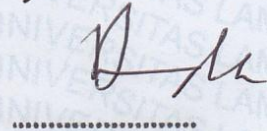
Ketua : **Prof. Ir. Neti Yuliana, M.Si., Ph.D.**



Sekretaris : **Dr. Dewi Sartika, S.T.P., M.Si.**



Penguji  
Bukan Pembimbing : **Drs. Azhari Rangga, M.App.Sc.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



**Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.**  
NIP. 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 23 Juli 2018



## PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah Mia Oktasari NPM 1414051064 dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ini adalah hasil kerja saya sendiri yang berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

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

Bandar Lampung, Agustus 2018  
Yang membuat pernyataan



**Mia Oktasari**  
NPM. 1414051064

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 06 Oktober 1996, sebagai anak kedua dari tiga bersaudara buah hati pasangan Bapak Ahdi Asmawi dan Ibu Isnaini Laila. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SD Al-azhar 1 Bandar Lampung, lulus pada tahun 2008. Pada tahun yang sama, penulis melanjutkan pendidikan menengah di SMP Negeri 1 Bandar Lampung, kemudian pada tahun 2011 penulis melanjutkan pendidikannya ke SMA Negeri 5 Bandar Lampung, lulus pada tahun 2014. Penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada tahun 2014 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Pada bulan Januari-Maret 2017, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Banjar Kertarahayu, Kecamatan Way Pengubuan, Kabupaten Lampung Tengah. Pada Juli-Agustus 2017, penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT. Dharmapala Usaha Sukses (DUS), Cilacap, Jawa Tengah. Selama di perguruan tinggi, penulis pernah menjadi Duta Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada tahun 2015/2016. Penulis juga pernah menjadi asisten mata kuliah Teknologi Hasil Hewani tahun ajaran 2016/2017 dan asisten Mikrobiologi Umum tahun ajaran 2017/2018.

## SANWANCANA

Puji syukur Penulis haturkan kehadirat Allah SWT atas nikmat, petunjuk serta ridho-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Dalam penulisan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, bimbingan, dan dorongan baik itu langsung maupun tidak langsung dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Ibu Ir. Susilawati, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Ibu Prof. Ir. Neti Yuliana, M.Si., Ph.D., selaku pembimbing utama dan pembimbing akademik atas arahan, saran, bantuan, motivasi, dan bimbingan yang telah diberikan selama proses penelitian dan penyusunan skripsi.
4. Ibu Dr. Dewi Sartika, S.T.P., M.Si., selaku pembimbing kedua atas saran, motivasi, dan bimbingan dalam proses penyusunan skripsi.
5. Bapak Drs. Azhari Rangga, M.App.Sc. selaku penguji yang telah memberikan saran dan kritik yang membangun untuk penyempurnaan skripsi ini.

6. Segenap Bapak/ Ibu dosen THP FP Unila yang membekali banyak ilmu pengetahuan kepada penulis selama menjadi mahasiswi di Jurusan THP FP Unila, serta para karyawan dan staff Jurusan Teknologi Hasil Pertanian yang telah banyak membantu penuli
7. Kedua Orangtuaku Ibunda Isnaini Laila dan Ayahanda Ahdi Asmawi tercinta, Kakakku Adelia dan Adikku Chairunnisa yang doa-doanya senantiasa mengiringi setiap langkah penulis, terima kasih atas limpahan cinta dan kasih sayang, tulus ikhlas membesarkan dan mendidik dengan kesabaran sehingga kehidupan penulis dipenuhi dengan rasa bahagia.
8. Sahabatku Hanny, Arci, Belia, Geret, Shahnaz, Intan, Acil, Afifah, Annisa, terimakasih untuk segala kebahagiaan yang kalian berikan. Terimakasih atas segala kebaikan, doa dan dukungan dari kalian selama ini.
9. Teman-temanku tersayang Shinta, Lulu, Wita, Peby, Mutiara, Ira Puspa, Amalia, Aisyah, Shahelia, Christa Bella, Tiara, Nuria Annisa, Windy, Ainun, Wiji, Edo dan Anan terimakasih untuk kebersamaannya melewati sukaduka selama hampir 4 tahun ini, menjadi pundak-pundak yang begitu nyaman untuk disandarkan ketika beban dirasa tak tertahankan. Begitu besar rasa syukur kepada Allah SWT karena telah dipertemukan dengan kalian.
10. Teman-teman THP angkatan 2014 atas dukungan, bantuan serta kebersamaan yang selalu diberikan untuk Penulis semasa perkuliahan hingga penyelesaian skripsi ini.
11. Keluarga besar HMJ THP FP Unila terimakasih atas ilmu, canda, tawa, air mata, serta pengalaman dan pelajaran hidup yang takkan terlupa. Kakak dan

adik-adik angkatan 2012 hingga 2015 terimakasih atas kekeluargaan dan nasehatnya selama ini.

*12. Last but not least, thank you for the ones who always be there in every process, thank you for your beautiful heart and true support from the start. Your kindness will always be remembered.*

13. Pihak-pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, atas segala bantuan dan dukungan selama penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari skripsi ini jauh dari kata sempurna, oleh sebab itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dan dapat memberikan manfaat bagi penulis pribadi dan bagi para pembaca.

Bandar Lampung, Agustus 2018

Mia Oktasari

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>ix</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang dan Masalah .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	3
1.3 Kerangka Pemikiran .....	4
1.4 Hipotesis .....	6
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Ubi Jalar ( <i>Ipomea batatas L Sin.</i> ) .....	7
2.2 Tepung Ubi Jalar .....	12
2.3 Pati dan Serat .....	14
2.4 Sifat Fungsional Tepung Ubi Jalar .....	16
2.5 Fermentasi Bakteri Asam Laktat .....	20
<b>III. BAHAN DAN METODE</b>	
3.1 Waktu dan Tempat .....	26
3.2 Bahan dan Alat .....	26
3.3 Metode Penelitian .....	27
3.4 Pelaksanaan Penelitian .....	27
3.4.1 Pembuatan Starter Kultur <i>Leuconostoc mesenteroides</i> ....	27
3.4.2 Pembuatan Starter Cairan Pikel .....	29
3.4.3 Proses Fermentasi Ubi Jalar .....	31
3.4.4 Penepungan .....	32
3.5 Pengamatan.....	33
3.5.1 Derajat Keasaman (pH) .....	33
3.5.2 Rendemen Pati Ubi Jalar Kuning .....	34
3.5.3 Kekuatan Pembengkakan Granula ( <i>Swelling power</i> )	

dan Kelarutan ( <i>Solubility</i> ) .....	34
3.5.4 <i>Water retention</i> .....	35
3.5.5 <i>Expansion rate</i> .....	36
3.5.6 Uji Organoleptik .....	37
3.5.6 Pengamatan Granula Pati .....	37
<b>IV. HASIL KEGIATAN DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Derajat Keasaman (pH) Tepung Ubi Jalar Kuning .....	39
4.2 Rendemen Pati Ubi Jalar Kuning .....	41
4.3 Kelarutan ( <i>Solubility</i> ) .....	44
4.4 Kekuatan Pembengkakan Granula ( <i>Swelling power</i> ) .....	46
4.5 <i>Water retention</i> .....	48
4.6 <i>Expansion rate</i> .....	50
4.7 Uji Organoleptik .....	52
4.8 Morfologi Granula Pati Ubi Jalar Kuning .....	58
4.9 Pembahasan Umum .....	59
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	62
5.2 Saran .....	63
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	64
<b>LAMPIRAN</b> .....	74

## DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
1.	Produksi ubi jalar di Indonesia .....	8
2.	Komposisi nilai gizi ubi jalar per 100 gram bahan segar .....	9
3.	Kandungan indeks glikemik ubi jalar berdasarkan cara pengolahan.....	12
4.	Komposisi kimia dan sifat fisik tepung ubi jalar tanpa fermentasi dan tepung ubi jalar fermentasi .....	13
5.	Hasil analisis setiap parameter karakteristik fungsional tepung ubi jalar kuning .....	60
6.	Hasil analisis derajat keasaman (pH) tepung ubi jalar kuning .....	76
7.	Uji kehomogenan (kesamaan) ragam ( <i>Bartlett's test</i> ) derajat keasaman (pH) tepung ubi jalar kuning .....	77
8.	Analisis ragam derajat keasaman (pH) tepung ubi jalar kuning ...	78
9.	Uji ortogonal polinomial-ortogonal kontras derajat keasaman (pH) tepung ubi jalar kuning .....	79
10.	Hasil analisis derajat rendemen pati ubi jalar kuning (%).....	80
11.	Uji kehomogenan (kesamaan) ragam ( <i>Bartlett's test</i> ) rendemen pati ubi jalar kuning .....	81
12.	Analisis ragam rendemen pati ubi jalar kuning .....	82
13.	Uji ortogonal polinomial-ortogonal kontras rendemen pati ubi jalar kuning .....	83
14.	Hasil analisis <i>solubility</i> 90°C tepung jalar kuning (%) .....	84
15.	Uji kehomogenan (kesamaan) ragam ( <i>Bartlett's test</i> ) <i>solubility</i> 90°C tepung ubi jalar kuning.....	85



16.	Analisis ragam <i>solubility</i> 90°C tepung ubi jalar kuning.....	86
17.	Uji ortogonal polinomial-ortogonal kontras <i>solubility</i> 90°C tepung ubi jalar kuning.....	87
18.	Hasil analisis <i>swelling power</i> 90°C tepung jalar kuning (%).....	88
19.	Uji kehomogenan (kesamaan) ragam ( <i>Bartlett's test</i> ) <i>swelling power</i> 90°C tepung ubi jalar kuning.....	89
20.	Analisis ragam <i>swelling power</i> 90°C tepung ubi jalar kuning .....	90
21.	Uji ortogonal polinomial-ortogonal kontras <i>swelling power</i> 90°C tepung ubi jalar kuning.....	91
22.	Hasil analisis <i>water retention</i> tepung jalar kuning (g/g).....	92
23.	Uji kehomogenan (kesamaan) ragam ( <i>Bartlett's test</i> ) <i>water retention</i> tepung ubi jalar kuning .....	93
24.	Analisis ragam <i>water retention</i> tepung ubi jalar kuning .....	94
25.	Uji ortogonal polinomial-ortogonal kontras <i>water retention</i> tepung ubi jalar kuning.....	95
26.	Hasil analisis <i>expansion rate</i> tepung ubi jalar kuning (g/g).....	96
27.	Uji kehomogenan (kesamaan) ragam ( <i>Bartlett's test</i> ) <i>expansion rate</i> tepung ubi jalar kuning .....	97
28.	Analisis ragam <i>expansion rate</i> tepung ubi jalar kuning .....	98
29.	Uji ortogonal polinomial-ortogonal kontras <i>expansion rate</i> tepung ubi jalar kuning.....	99
30.	Hasil analisis skor warna tepung jalar kuning.....	100
31.	Uji kehomogenan (kesamaan) ragam ( <i>Bartlett's test</i> ) skor warna tepung ubi jalar kuning.....	101
32.	Analisis ragam skor warna tepung ubi jalar kuning .....	102
33.	Uji ortogonal polinomial-ortogonal kontras skor warna tepung ubi jalar kuning.....	103
34.	Hasil analisis skor aroma tepung jalar kuning.....	104

35.	Uji kehomogenan (kesamaan) ragam ( <i>Bartlett's test</i> ) skor aroma tepung ubi jalar kuning .....	105
36.	Analisis ragam skor aroma tepung ubi jalar kuning .....	106
37.	Uji ortogonal polinomial-ortogonal kontras skor aroma tepung ubi jalar kuning .....	107

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ubi jalar ungu, putih, dan kuning .....	10
2. Granula pati ubi jalar .....	14
3. Diagram alir pembuatan Starter <i>Lc. mesenteroides</i> .....	29
4. Diagram alir pembuatan starter piksel ubi jalar kuning .....	30
5. Diagram alir proses fermentasi ubi jalar dengan 3 jenis perlakuan.	32
6. Diagram alir pembuatan tepung ubi jalar .....	33
7. Diagram alir pengamatan <i>water retention</i> .....	35
8. Diagram alir Pengamatan <i>expansion rate</i> .....	36
9. Kuisisioner uji organoleptik tepung ubi jalar kuning .....	37
10. Pengaruh antara lama fermentasi dan jenis starter terhadap derajat keasaman (pH) tepung ubi jalar kuning .....	40
11. Pengaruh antar lama fermentasi dan jenis starter terhadap rendemen pati ubi jalar kuning .....	42
12. Pengaruh antara lama fermentasi dan jenis starter terhadap <i>solubility</i> 90°C tepung ubi jalar kuning .....	45
13. Pengaruh antara lama fermentasi dan jenis starter terhadap <i>swelling power</i> 90°C tepung ubi jalar kuning .....	47
14. Pengaruh antara lama fermentasi dan jenis starter terhadap <i>water retention</i> tepung ubi jalar kuning .....	49
15. Pengaruh antara lama fermentasi dan jenis starter terhadap <i>expansion rate</i> tepung ubi jalar kuning .....	51
16. Pengaruh antara lama fermentasi dan jenis starter terhadap warna tepung ubi jalar kuning .....	53

17.	Tepung ubi jalar kuning terfermentasi dengan perlakuan fermentasi spontan .....	55
18.	Tepung ubi jalar kuning terfermentasi dengan perlakuan starter cairan pikel .....	55
19.	Tepung ubi jalar kuning terfermentasi dengan perlakuan starter <i>Leuconostoc mesenteroides</i> .....	55
20.	Pengaruh antara lama fermentasi dan jenis starter terhadap aroma tepung ubi jalar kuning .....	56
21.	Morfologi granula pati ubi jalar kuning .....	58
22.	Kuisisioner uji organoleptik tepung ubi jalar kuning .....	75
23.	Ubi jalar kuning .....	108
24.	Pencucian ubi jalar kuning .....	108
25.	Pemotongan ubi jalar .....	108
26.	Potongan ubi jalar kuning .....	108
27.	Penimbangan gula garam .....	108
28.	Pembuatan larutan gula garam .....	108
29.	Starter pikel .....	109
30.	Penimbangan media MRS B .....	109
31.	Pembuatan starter <i>Leuconostoc mesenteroides</i> .....	109
32.	Starter <i>Leuconostoc mesenteroides</i> .....	109
33.	Penimbangan ubi jalar kuning .....	109
34.	Fermentasi ubi jalar kuning .....	109
35.	Pencucian ubi jalar hasil fermentasi .....	110
36.	Pengovenan Ubi Jalar .....	110
37.	Proses penepungan .....	110
38.	Proses pengayakan tepung .....	110

39.	Analisis rendemen pati ubi jalar .....	110
40.	Pengovenan pati.....	110
41.	Analisis pH tepung ubi jalar .....	111
42.	Proses analisis <i>solubility</i> .....	111
43.	Analisis kadar air tepung ubi jalar.....	111
44.	Sampel yang sedang divorteks .....	111
45.	Pemanasan dengan <i>waterbath</i> .....	111
46.	Sentrifugasi.....	111
47.	Analisis <i>swelling power</i> .....	112
48.	Analisis <i>solubility</i> .....	112
49.	Analisis sensori tepung ubi jalar.....	112
50.	Analisis sensori tepung ubi jalar.....	112
51.	Proses agitasi sampel .....	112
52.	Proses sentrifugasi sampel.....	112
53.	Sampel yang telah disentrifugasi.....	113
54.	Tepung ubi jalar kuning yang difermentasi secara spontan .....	113
55.	Tepung ubi jalar kuning yang difermentasi menggunakan cairan pikel .....	113
56.	Tepung ubi jalar kuning yang difermentasi menggunakan starter <i>Leuconostoc mesenteroides</i> .....	113

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang dan Masalah**

Indonesia kaya akan sumber tanaman umbi-umbian yang memiliki prospek sangat baik untuk dimanfaatkan secara optimal sebagai bahan baku pangan, diantaranya ubi jalar. Ubi jalar merupakan sumber karbohidrat dengan produktivitas yang tergolong tinggi. Produktivitas ubi jalar pada tahun 2015 mencapai 2,4 juta ton (BPS, 2015). Ubi jalar merupakan jenis umbi-umbian yang dapat digunakan sebagai pengganti makanan pokok karena mengandung karbohidrat sebesar 27,9 g yang dapat menghasilkan kalori sebesar 123 kalori per 100 g bahan dan memiliki kandungan gizi lainnya seperti protein, vitamin, zat besi dan serat pangan (Rukmana, 1997).

Ubi jalar kuning adalah salah satu jenis ubi jalar yang khas memiliki daging umbi berwarna kuning, kuning muda, atau kekuning-kuningan (Juanda, 2000). Jenis ubi jalar yang berdaging umbi berwarna kuning memiliki kandungan beta karoten yang cukup tinggi, yakni berkisar antara 0,1 hingga 5,2 mg/100 g ubi jalar segar. Kandungan karotenoid tersebut dapat bermanfaat bagi manusia sebagai prekursor vitamin A, mengurangi resiko kanker, dan dapat meningkatkan imunitas tubuh (Franchis, 2000). Menurut Sarwono (2005) kandungan karbohidrat didalam ubi jalar kuning sebesar 32,3 g dan nilai ini lebih tinggi dibandingkan ubi jalar

putih dan ungu yaitu 27,9 g. Berdasarkan nilai gizi tersebut, ubi jalar kuning mempunyai potensi untuk dikembangkan menjadi tepung yang selanjutnya dapat diolah menjadi roti, mie, *cake* ubi, macaroni ubi jalar, dan puding ubi jalar.

Pengolahan pangan dengan basis tepung lebih mudah diterima oleh masyarakat karena penggunaannya lebih fleksibel untuk dijadikan produk yang bernilai ekonomis tinggi.

Pengolahan tepung ubi jalar yang telah banyak diteliti dan potensial digunakan sebagai bahan dasar makanan olahan adalah dalam bentuk tepung ubi jalar terfermentasi (Yuliana dkk., 2014; Pratiwi, 2014; Dewi, 2014; dan Wildan, 2015). Fermentasi pada ubi jalar dapat memperbaiki daya rehidrasi (Yuliana dkk., 2014), kelarutan (Pratiwi, 2014), sifat gel (Pratiwi, 2014), struktur granula pati (Wildan, 2015), dan kecerahan warna tepung ubi jalar putih (Yuliana dkk., 2014; Pratiwi, 2014; Dewi, 2014; dan Wildan, 2015). Menurut Liao dan Wu (2016), ubi jalar yang difermentasi dengan bakteri asam laktat menghasilkan tepung ubi jalar dengan nilai *Water Retention* dan *Expansion Rate* yang tinggi sehingga cocok diaplikasikan dalam pembuatan mie. Penelitian mengenai modifikasi tepung ubi jalar yang telah banyak dilakukan tersebut menggunakan ubi jalar putih, sehingga pada penelitian ini modifikasi tepung dilakukan pada ubi jalar kuning.

Modifikasi tepung ubi jalar secara fermentasi asam laktat dilakukan dengan bantuan bakteri asam laktat (BAL) (Zubaidah dan Irawati, 2013; Yuliana, 2014; Dewi 2014; Martian, 2015), salah satunya adalah *Leuconostoc mesenteroides*. Bakteri ini merupakan salah satu jenis BAL yang bersifat heterofermentatif yang berperan dalam pembentukan flavor (Robinson, 2000), serta bakteri yang dapat memecah glukosa dan menghasilkan 50% asam laktat, etanol, asam asetat,

gliserol, manitol, dan CO<sub>2</sub> (Gibbons and Westby, 1986). Starter bakteri asam laktat dapat diperoleh secara komersil dari laboratorium atau dari starter cairan pikel (Yuliana dan Nurdjanah, 2009). Bakteri asam laktat juga dapat diperoleh dari proses fermentasi spontan yang ditambahkan sejumlah garam (Wildan, 2015). Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan fermentasi ubi jalar menggunakan starter *Leuconostoc mesenteroides* dan cairan pikel serta fermentasi spontan.

Lama fermentasi merupakan salah satu faktor yang berpengaruh selain adanya penggunaan starter. BAL yang tumbuh selama fermentasi akan menghasilkan enzim amilase dan selulase yang dapat menghancurkan dinding sel bahan.

Akibatnya, terjadi liberalisasi granula pati, dan selanjutnya ada granula pati yang dihidrolisis oleh BAL menjadi monosakarida yang nantinya akan dikonversi menjadi asam laktat (Subagio, 2006). Semakin lama proses fermentasi akan menyebabkan perubahan sifat sensori seperti aroma dan warna. Berdasarkan uraian tersebut maka pada penelitian ini dilakukan fermentasi ubi jalar kuning dengan starter cairan pikel, *Leuconostoc mesenteroides*, dan fermentasi secara spontan pada berbagai kombinasi lama fermentasi yaitu 0, 24, 48, dan 72 jam yang diharapkan berpengaruh terhadap karakteristik tepung ubi jalar kuning.

## **1.2. Tujuan Penelitian**

Tujuan pada penelitian ini adalah untuk mengetahui:

1. Pengaruh perlakuan penambahan kultur starter (cairan pikel, *Leuconostoc mesenteroides*, dan fermentasi secara spontan) terhadap karakteristik fungsional tepung ubi jalar kuning.



2. Pengaruh lama fermentasi (0, 24, 48, dan 72 jam) terhadap karakteristik fungsional tepung ubi jalar kuning.
3. Interaksi antara penambahan berbagai jenis kultur starter fermentasi dan lama fermentasi terhadap karakteristik fungsional tepung ubi jalar kuning.

### 1.3. Kerangka Pemikiran

Salah satu upaya yang dapat dilakukan pada pembuatan tepung ubi jalar untuk menghasilkan sifat fungsional terbaik yaitu dengan fermentasi asam laktat oleh BAL. Pengolahan ubi jalar dengan proses fermentasi dilakukan untuk memperoleh karakteristik produk terbaik dalam hal mikrobiologi, fisiko-kimia, maupun organoleptik (Margareta, 2009; Yuliana dkk., 2014; Martian, 2015; Nabila, 2015; Yulianti, 2017). BAL akan memproduksi enzim amilase yang dapat menghidrolisis beberapa bagian pati menjadi monosakarida dan polimer rantai pendek lainnya sehingga dapat memperbaiki sifat fungsional tepung dan selanjutnya monosakarida tersebut akan diubah menjadi asam-asam organik terutama asam laktat (Salim, 2011). BAL juga dapat menghasilkan enzim protease untuk mendegradasi protein menjadi asam amino yang menyebabkan kadar protein pada bahan berkurang. Kadar protein yang rendah pada bahan dapat mencegah terjadinya reaksi pencoklatan enzimatis dan non enzimatis pada bahan sehingga menghasilkan warna bahan yang lebih cerah (Fardiaz, 1992 dan Mirza, 2012).

Proses fermentasi dipengaruhi oleh jenis kultur starter dan lama fermentasi.

Berbagai jenis kultur starter yang dapat digunakan adalah, *Leuconostoc mesenteroides*, starter cairan pikel, dan starter BAL hasil fermentasi spontan.

Menurut Dewi (2014), fermentasi dengan starter BAL dapat meningkatkan *swelling power* dan *solubility* tepung ubi jalar putih. Degradasi pati selama fermentasi menghasilkan rantai pati yang semakin pendek sehingga jaringan internal granula pati akan melemah dan mudah menyerap air, selanjutnya granula pati mengembang dan akan meningkatkan pembengkakan granula (*swelling power*) (Odedeji dan Adeleke, 2010). Namun proses fermentasi cenderung menurunkan pH tepung karena pada proses fermentasi tersebut menghasilkan asam laktat yang akan menurunkan nilai pH lingkungan pertumbuhannya dan menimbulkan rasa asam.

Berdasarkan penelitian Martian (2015), ubi jalar putih yang difermentasi dengan *Leuconostoc mesenteroides* menghasilkan tepung dengan nilai organoleptik baik, pembengkakan granula dan persen keutuhan mie meningkat secara kuadratik selama fermentasi. *Leuconostoc* merupakan bakteri heterofermentatif yang dapat memecah glukosa dan menghasilkan 50% asam laktat, etanol, asam asetat, gliserol, manitol, dan CO<sub>2</sub> (Gibbons and Westby, 1986) sehingga memperbaiki organoleptik produk. Selain itu pembuatan tepung ubi jalar termodifikasi juga bisa dilakukan dengan fermentasi ubi jalar dengan penambahan starter pikel dan secara spontan yang dilakukan tanpa penambahan inokulum namun ditambahkan sejumlah garam (Yuliana dan Nurdjanah, 2009). Menurut Amethy (2014) dan Setiawan (2012), fermentasi dengan starter pikel menghasilkan tepung ubi jalar dengan volume pengembangan yang bagus dan penerimaan warna secara sensori sesuai parameter.

Selain jenis starter, faktor lain yang dapat mempengaruhi hasil fermentasi adalah lama fermentasi. Perubahan sifat fungsional tepung yang dihasilkan akan seiring

dengan lama fermentasi yang dilakukan. Menurut Liao dan Wu (2016), selama proses fermentasi dengan *Lactobacillus plantarum* terjadi peningkatan jumlah amilopektin rantai pendek sehingga nilai *water retention* dari tepung yang dihasilkan meningkat. Selain itu, semakin lama fermentasi, BAL juga akan menghidrolisis sebagian pati menjadi gula sederhana dan selanjutnya diubah menjadi asam-asam organik sehingga terjadi penurunan pH

Pemilihan jenis kultur starter bakteri asam laktat dan lama fermentasi merupakan faktor yang diambil sebagai fokus penelitian ini karena kedua faktor ini akan mempengaruhi karakteristik fungsional tepung. Pada penelitian ini diharapkan dapat diketahui jenis bakteri dan lama fermentasi yang sesuai untuk menghasilkan karakteristik fungsional tepung ubi jalar yang baik sehingga dapat dilakukan pengolahan lebih lanjut pada produk pangan.

#### **1.4. Hipotesis**

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

1. Perlakuan fermentasi dengan penambahan starter BAL mempengaruhi karakteristik fungsional tepung ubi jalar kuning.
2. Lama fermentasi (0, 24, 48, dan 72 jam) berpengaruh terhadap karakteristik fungsional tepung ubi jalar kuning.
3. Terdapat interaksi antara perlakuan penambahan berbagai jenis kultur bakteri asam laktat dengan lama waktu fermentasi terhadap karakteristik fungsional tepung ubi jalar kuning.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Ubi Jalar (*Ipomea batatas L Sin.*)

Menurut Malik (2003), ubi jalar mempunyai nama ilmiah *Ipomea batatas L Sin.*

Tanaman ini termasuk dalam famili *Convolvulaceae* dengan genus *Ipomea*.

Secara lebih lengkap, Taksonomi atau klasifikasi ilmiah dari tanaman ubi jalar adalah sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*  
Divisi : *Spermatophyta*  
Sub divisi : *Angiospermae*  
Kelas : *Dicotyledonae*  
Ordo : *Convolvulales*  
Famili : *Convolvulaceae*  
Genus : *Ipomea*  
Species : *Ipomoea batatas L Sin.*

Ubi jalar atau ketela rambat (*Ipomea batatas L.*) adalah sejenis tanaman ubi–ubian dengan susunan utama terdiri dari batang, ubi, daun, buah dan biji. Ubi jalar memiliki karakteristik umur relatif pendek, mudah diproduksi pada berbagai lahan dengan produktifitas antara 20-40 ton/ha umbi segar (Zuraida dan Supriati, 2001). Produktivitas ubi jalar di Indonesia pada tahun 2014 mencapai 2,3 juta ton dan pada tahun 2015 meningkat menjadi 2,4 juta ton (BPS, 2015). Provinsi Lampung merupakan salah satu provinsi penghasil ubi jalar di Indonesia. Produksi ubi jalar di Provinsi Lampung mulai tahun 2011 sampai dengan 2014 berada di urutan 10-

12 penghasil ubi jalar di Indonesia dengan hasil pertahun mencapai 47.239 ton hingga 47.408 ton (BPS, 2015). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2015), luasan lahan produksi ubi jalar di Provinsi Lampung tahun 2014 mencapai 4.709 hektar dari luasan produksi ubi jalar Nasional 156.758 hektar. Angka produksi ubi jalar di Provinsi Lampung diperkirakan masih akan terus meningkat mengingat ketersediaan lahan dan keadaan geografis Provinsi Lampung yang cocok untuk mengembangkan budidaya ubi jalar, seperti tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Produksi ubi jalar di Indonesia

Provinsi	Produksi Ubi Jalar Per Tahun (Hektar)				
	2010	2011	2012	2013	2014
Aceh	1.101	1.137	1.264	1.094	903
Sumatera Utara	14.874	15.466	14.595	9.101	11.130
Sumatera Barat	4.380	4.348	4.372	4.530	5.394
Riau	1.252	1.203	1.137	1.028	981
Jambi	2.197	3.017	3.076	2.670	2.945
Sumatera Selatan	3.268	2.620	2.475	1.922	2.112
Bengkulu	2.900	2.734	3.855	3.277	3.931
Lampung	4.612	4.848	4.849	4.630	4.709
Kep. Bangka Belitung	483	393	354	365	384
Kep. Riau	232	234	246	237	225
Jawa Barat	30.073	27.931	26.531	26.635	25.641
Jawa Tengah	7.965	8.046	8.000	10.011	9.053
Di Yogyakarta	599	413	440	419	409
Jawa Timur	14.981	14.177	14.264	19.139	13.483
Banten	3.403	2.879	2.564	2.125	2.089
Bali	5.707	5.982	5.619	5.119	4.378
Nusa Tenggara Barat	1.123	954	1.100	866	1.082
Nusa Tenggara Timur	14.963	15.781	18.604	9.992	8.177
Sulawesi Utara	5.298	4.736	4.216	4.059	3.945
Sulawesi Tengah	2.462	2.306	2.516	2.001	1.832
Sulawesi Selatan	5.058	5.391	6.774	4.809	5.082
Sulawesi Tenggara	3.028	3.254	3.434	2.882	2.688
Sulawesi Barat	1.395	1.805	1.483	803	531
Maluku	2.426	1.967	1.982	1.796	1.660
Maluku Utara	3.180	3.663	3.836	3.743	3.649
Indonesia	181.073	178.121	178.295	161.850	156.758

Sumber: Badan Pusat Statistik 2015

Komposisi kimia yang terkandung dalam ubi jalar dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu varietas, lokasi, dan musim tanam (Soenardjo, 1984). Kandungan karbohidrat rata-rata bahan kering ubi jalar sebesar 30% dan sangat bervariasi bergantung dari beberapa faktor, yaitu kultivar, lokasi, iklim, tipe tanah, serangan hama dan penyakit, dan cara menanamnya (Bradburry dan Halloway, 1988).

Komposisi nilai gizi ubi jalar per 100 gram disajikan pada Tabel 2.

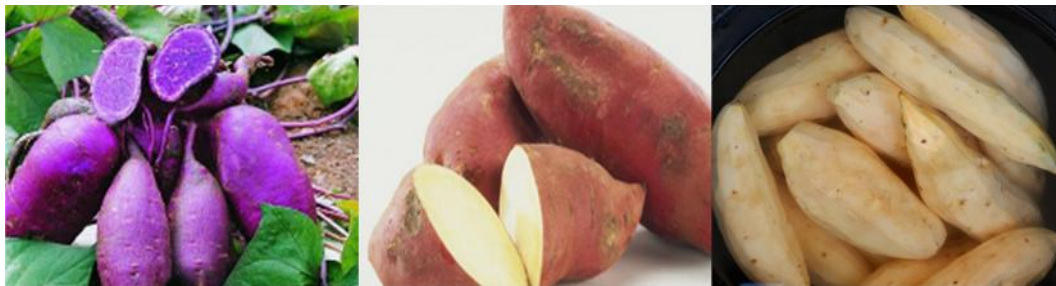
Tabel 2. Komposisi nilai gizi ubi jalar per 100 gram bahan segar

Kandungan Gizi	Jenis Warna Daging Umbi		
	Kuning	Putih	Ungu
Karbohidrat (g)	32,30	27,90	27,90
Air (%)	79,28	62,24	70,46
Abu (%)	1,09	0,93	0,84
Pati (%)	15,18	28,79	12,64
Protein (%)	1,10	0,89	0,77
Gula reduksi (%)	1,69	0,32	0,3
Serat kasar (%)	0,84	2,5	3
Lemak (%)	0,40	0,77	0,94
Vitamin C (mg)	35,00	28,68	21,43

Sumber : Sarwono (2005)

Ubi jalar memiliki kandungan air yang cukup tinggi sehingga bahan kering yang terkandung relatif rendah. Komposisi kimia ubi jalar terutama terdiri dari karbohidrat, protein dan mineral, vitamin A, vitamin B, dan vitamin C (Tabel 2). Beberapa enzim yang terdapat dalam ubi jalar antara lain  $\alpha$ -amilase,  $\beta$ -amilase, dan fosforilase yang terdistribusi dalam jaringan umbi ubi jalar (Hagenimana *et al.*, 2004). Selama penyimpanan akan terjadi perubahan aktivitas enzim dan karbohidrat, tergantung kultivar ubi jalar. Pada kultivar tertentu diakhir penyimpanan terjadi peningkatan sukrosa, dekstrin,  $\alpha$ -amilase, dan *sucrose synthase* (Takahata *et al.*, 1995).

Ubi jalar mempunyai bentuk dan jenis yang bermacam-macam pada bentuk, ukuran, warna daging umbi, warna kulit, daya simpan, komposisi kimia, sifat pengolahan dan umur panen (Rozi dan Krisdiana. 2005). Berdasarkan warna daging umbi, ubi jalar dibedakan menjadi tiga golongan yaitu ubi jalar putih (daging umbi berwarna putih), ubi jalar kuning (daging umbi berwarna kuning muda) dan ubi jalar ungu (yakni jenis ubi jalar yang memiliki daging umbi berwarna ungu muda) (Soemartono. 1984). Ketiga golongan ubi jalar disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Ubi jalar ungu, putih, dan kuning (dari kiri)

Sumber : Budidarma.com (2011) dan dokumen pribadi

Pemanfaatan ubi jalar sebagai bahan pokok pangan sudah dikenal sejak lama tetapi masih terbatas jenis olahannya. Ubi jalar dapat dikonsumsi dalam berbagai bentuk produk, seperti ubi rebus, ubi goreng, ubi panggang, kolak dan keripik. Ubi jalar juga dikembangkan menjadi berbagai produk olahan seperti kue (bolu dan lapis), manisan, asinan, selai, dan berbagai jenis minuman pada tingkat komersial (Rosmarkam dan Yuwono, 2002). Ubi jalar yang berwarna putih lebih diarahkan untuk pengembangan tepung dan pati karena umbi yang berwarna cerah cenderung lebih baik kadar patinya dan warna tepung lebih menyerupai terigu (Rosmarkam dan Yuwono, 2002).

Nutrition Action Health Letter menggolongkan ubi jalar sebagai sayuran nomor satu tersehat. Ubi jalar kaya akan *nutrient* seperti karotenoid kadar tinggi (terutama betakaroten), Copper, vitamin C dan E, dan serat (Akbar, 2015). Beberapa mineral penting yang terdapat pada ubi jalar diantaranya adalah magnesium dan zat besi. Sedangkan fungsi magnesium diantaranya untuk menjaga kesehatan dan kepadatan tulang, menjaga saraf, otot, jantung, darah dan arteri agar selalu tetap sehat (Akbar, 2015).

Beta karoten yang berfungsi sebagai antioksidan dan membantu mengatasi zat-zat kimia penyebab kanker yang dapat merusak jaringan mata, dan membantu mencegah macular degeneration dan katarak. Beta karoten yang ada pada ubi jalar juga dapat mengabsorp sinar-sinar matahari yang berbahaya dan melindungi kulit dari kekeringan, mencegah kulit bersisik dan bintik penuaan. Ubi jalar juga mempunyai ukuran *glycemic index* yang lebih rendah dibandingkan dengan kentang sehingga sangat baik untuk orang-orang yang sensitive dengan karbohidrat dan diabetik (Akbar, 2015). Ubi jalar jika dikonsumsi, lambat menaikkan gula darah, berbeda dengan beras dan jagung yang mengandung indeks glikemik tinggi (Lingga, 1984). Menurut Allen dkk. (2012), indeks glikemik ubi jalar tergantung cara pengolahan ubi jalar tersebut, mentah, dikukus, dipanggang, dimasak dengan microwave, atau dikeringkan (Tabel 3). Menurut Singh dkk., (2011), indeks glikemik ubi jalar rebus berkisar 41 – 50; ubi jalar goreng 63 – 77; ubi jalar panggang 82–93, sesuai dengan cara pengolahan ubi jalar tersebut.



Tabel 3. Kandungan indeks glikemik ubi jalar berdasarkan cara pengolahan

Cara pengolahan	Daging ubi jalar	Kulit ubi jalar
Mentah	32	19
Dikukus	63	30
Dipanggang	64	34
Microwave	66	tidak terdeteksi
Dikeringkan	42	tidak terdeteksi

Sumber: Allen dkk. (2012).

## 2.2. Tepung Ubi Jalar

Tepung ubi jalar dapat dibuat secara langsung dari ubi jalar yang dihancurkan dan kemudian dikeringkan lalu dihaluskan (digiling) dengan tingkat kehalusan  $\pm 80$  mesh. Teknik produksi tepung ubi jalar dengan cara yang tepat akan mempengaruhi kualitas tepung ubi jalar, terutama kadar air, densitas kamba, warna, sifat mikroskopis granula pati, serta sifat amilografi tepung (Syamsir, 2009). Kadar serat pangan yang tinggi pada tepung ubi jalar (4,72 %) menyebabkan warna tepung tidak putih (Zuraida dan Supriati, 2001). Warna tepung ubi jalar yang tidak putih berpengaruh pada warna produk yang dihasilkan.

Tepung ubi jalar selain dibuat secara langsung, dapat dibuat dengan modifikasi fermentasi. Tepung modifikasi fermentasi merupakan salah satu produk tepung yang diproses menggunakan prinsip memodifikasi sel ubi secara fermentasi oleh mikroba seperti BAL yang mendominasi selama berlangsungnya fermentasi tersebut. Mikroba yang tumbuh menghasilkan enzim pektinolitik dan selulolitik yang dapat mendegradasi dinding sel ubi jalar sedemikian rupa, sehingga terjadi pembebasan granula pati yang menyebabkan perubahan karakteristik dari tepung yang dihasilkan berupa naiknya viskositas, kemampuan gelasi, daya rehidrasi, dan

kemudahan melarut (Zubaidah dan Irawati, 2013). Komposisi tepung ubi jalar tanpa fermentasi dan tepung ubi jalar fermentasi spontan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Komposisi kimia dan sifat fisik tepung ubi jalar tanpa fermentasi dan tepung ubi jalar fermentasi

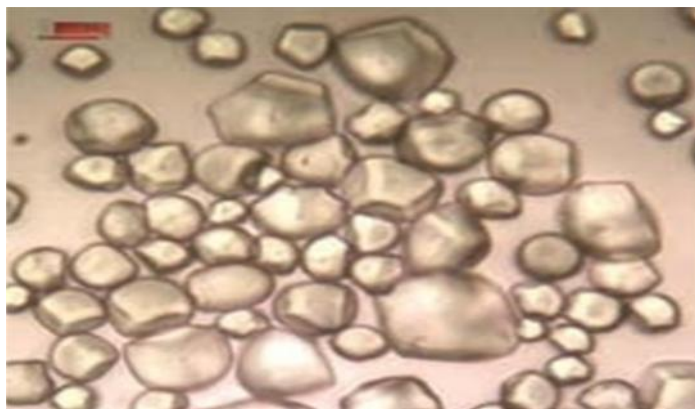
Komponen dan Sifat Fisik	Tepung Ubi Jalar*	Tepung Ubi Jalar Fermentasi**
Air (%)	7,00	7,62
Protein (%)	2,11	3,29
Lemak (%)	0,53	0,71
Karbohidrat (%)	84,74	78,48
Abu (%)	2,58	1,98
Derajat Putih (%)	74,43	-
Waktu Gelatinisasi (menit)	32,5	-
Suhu Gelatinisasi (°C)	78,8	74,13
Waktu Granula Pecah (menit)	39,5	-
Suhu Granula Pecah (°C)	90,0	88,1
Viskositas Puncak (BU)	1815	222,8

Sumber: Antarlina dan Utomo (1997)\* dan Dewi (2014)\*\*

Selama proses fermentasi, 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. Ketika pengupasan senyawa polifenol yang terbuka ketika pengupasan bereaksi dengan oksigen sehingga terjadi pencoklatan secara enzimatis. Pencoklatan dapat ditekan dengan fermentasi, karena selama proses fermentasi terjadi penurunan pH karena adanya asam organik yang diproduksi oleh BAL dan enzim polifenol bersifat inaktif pada suasana asam. Selain itu, saat fermentasi berlangsung terjadi penurunan gula reduksi dan penurunan kandungan protein sehingga proses pencoklatan ketika pemanasan berkurang. Kedua hal tersebut menyebabkan warna tepung ubi jalar fermentasi lebih putih jika dibandingkan dengan warna tepung ubi jalar biasa (Yuliana *et al.*, 2014).

### 2.3. Pati dan Serat

Komposisi utama tepung adalah pati dan serat. Pati ubi jalar memiliki sifat berbeda dibandingkan pati kentang, jagung, ataupun tapioka. Granula pati ubi jalar memiliki bentuk poligonal tidak beraturan dengan diameter 2–25  $\mu\text{m}$  (Thao dan Noomhorm, 2011). Pati ubi jalar mengandung amilosa berkisar 20–30 % dan amilopektin 70–80 % (Swinkels, 1985). Pati ubi jalar memiliki derajat pembengkakan 20–27 ml/g, kelarutan 15–35 %, kekentalan tinggi, kemampuan membuat gel rendah, dan tergelatinisasi pada suhu 72–75°C (Moorthy dan Balagopalan, 1999). Granula pati ubi jalar tersaji pada Gambar 2.



Gambar 2. Granula pati ubi jalar  
Sumber: Thao dan Noomhorm (2011)

Pati alami ubi jalar dapat dimodifikasi sehingga mempunyai sifat-sifat yang diinginkan seperti perubahan struktur molekul yang dapat dilakukan secara kimia, fisik maupun enzimatis. Menurut Glicksman (1969), 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. Pati termodifikasi dapat berupa pati yang gugus hidroksilnya diubah lewat suatu reaksi kimia seperti esterifikasi, eterifikasi, oksidasi atau dengan

mengubah struktur awalnya (Fleche, 1985). Selain itu, pati ubi jalar juga dapat dimodifikasi secara mikrobiologi, misalnya dengan fermentasi (Yuliana *et al.*, 2014, Liao dan Wu, 2016).

Selain pati, ubi jalar banyak mengandung serat, yaitu berkisar 3–6 % (Ginting dkk., 2005). Kandungan serat dalam ubi jalar sebagian besar merupakan serat larut (*soluble fiber*), yang bekerja seperti busa spon. Menurut Marsono (2004), berdasarkan sifat kelarutannya serat pangan dibedakan menjadi serat larut (*soluble fibre*) dan serat tidak larut (*insoluble fibre*). Secara kimiawi serat tidak larut terutama terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin, sedang serat larut terdiri dari pektin dan polisakarida seperti pati. Serat pangan terutama serat tidak larut memiliki sifat mampu menahan air (*water holding capacity* =WHC). Serat yang kemampuan menahan airnya lebih tinggi lebih mudah difermentasi dari pada yang kemampuan menahan airnya rendah (Marsono, 2004). Menurut Zuraida dan Supriati (2001), serat menyerap kelebihan lemak/kolesterol, sehingga kadar lemak/kolesterol dalam darah tetap terkendali. Serat alami yang tersimpan dalam ubi jalar merupakan komoditas bernilai dalam pemerikayaan produk pangan olahan, seperti tepung ubi jalar. Penelitian Antarlina dan Utomo (1998), menunjukkan kadar abu dan serat tepung ubi jalar lebih tinggi daripada tepung terigu tetapi kandungan karbohidrat hampir setara. Kadar serat yang lebih tinggi pada tepung ubi jalar merupakan salah satu penyebab warna tepung tidak putih.

## 2.4. Sifat Fungsional Tepung

### 2.4.1. Pembengkakan Granula (*Swelling Power*)

Menurut Miller *et al.* (1997), pembengkakan granula (*swelling power*) merupakan suatu sifat yang mencirikan daya kembang suatu bahan, dalam hal ini kekuatan tepung untuk mengembang. Menurut Swinkels (1985), *swelling power* terjadi pada daerah amorf granula pati. Ikatan hidrogen yang lemah antar molekul pati pada daerah amorf akan terputus saat pemanasan sehingga terjadi hidrasi air oleh granula pati. Granula pati akan terus mengembang sehingga viskositas meningkat hingga volume hidrasi maksimal yang dapat dicapai oleh granula pati.

Rahman (2007) menyatakan bahwa proses hidrasi pada granula pati dimulai dari daerah amorf yang merupakan daerah yang renggang dan kurang padat, sehingga mudah dimasuki air. Semakin banyak amilopektin pada pati, maka daerah amorf akan semakin luas, sehingga penyerapan air akan semakin besar. Faktor-faktor yang mempengaruhi pembengkakan granula antara lain perbandingan amilosa-amilopektin, panjang rantai dan distribusi berat molekul (Miller *et al.*, 1997).

Menurut Jading *et. al.*, (2011), *swelling power* pada pati dipengaruhi oleh daya serap air. Semakin besar daya serap air menyebabkan *swelling power* meningkat.

Pembengkakan granula juga dipengaruhi oleh asam, pati yang memiliki pH lebih rendah adalah pati yang lebih cepat untuk terhidrolisis pada ikatan (1,4) (Fleche, 1985). Asam dapat mengganggu ikatan hidrogen yang terdapat dalam pati, sehingga menyebabkan granula pati lebih mudah untuk mengembang (Taggart, 2004). Menurut Leach, *et. al.*, (1959), kekuatan jaringan di dalam granula pati merupakan faktor utama yang mempengaruhi pembengkakan granula atau

*swelling power*. Tepung dengan lama fermentasi yang singkat masih memiliki struktur yang kokoh sedangkan pada fermentasi yang semakin lama menghasilkan struktur yang lemah atau tidak kokoh seperti semula.

*Swelling power* tepung ubi jalar ungu yang diproses pada berbagai tingkat lama pemanasan mengalami peningkatan seiring penggunaan suhu pengukuran yaitu dari suhu 60 °C-90 °C. Nilai *swelling power* yang dihasilkan berkisar antara 4,45-15,95% (Hernanto, 2014). *Swelling power* terigu Cakra kembar sebesar 5 g/g (Balai Besar Teknologi Pati, 2012).

#### **2.4.2. Kelarutan (*Solubility*)**

Kelarutan pati merupakan proses keluarnya amilosa dari granula pati saat dipanaskan (Shruti, *et al.*, 2012). Ketika pati dipanaskan dalam air, sebagian amilosa akan keluar dari granula pati dan larut dalam air. Persentase pati yang larut dalam air ini dapat diukur dengan mengeringkan supernatan yang dihasilkan saat *swelling power* (Torruco-Uco and Betancur-Ancona, 2007). Kelarutan pati semakin tinggi dengan meningkatnya suhu (Pomeranz and Shellenberger, 1991).

Pati ubi jalar memiliki kelarutan 15-35% tergelatinisasi pada suhu 75-88°C untuk granula berukuran kecil (Moorthy, 2000). Hasil penelitian Pratiwi (2014) juga menunjukkan bahwa nilai kelarutan tepung menurun seiring lamanya fermentasi dari hari ke-0 yaitu 25,161% (T 60 °C); 9,072% (T 70 °C), 9,244% (T 80 °C) menjadi 13,761% (T 60°C); 3,017% (T 70°C); 3,681%(T 80 °C) pada hari ke-4 fermentasi kemudian meningkat pada hari fermentasi berikutnya.

Ketika molekul pati sudah benar-benar terhidrasi, molekul-molekulnya mulai menyebar ke media yang ada di luarnya dan yang pertama keluar adalah molekul-

molekul amilosa yang memiliki rantai pendek. Selama pemanasan akan terjadi pemecahan granula pati, sehingga pati dengan kadar amilosa lebih tinggi, granulanya akan lebih banyak mengeluarkan amilosa (Fleche, 1985).

#### **2.4.3. Water Holding Capacity (WHC)**

*Water Holding Capacity* (WHC) atau kapasitas penyerapan air merupakan kemampuan untuk menyerap air dan menahannya dalam suatu sistem pangan. Penyerapan dan pengikatan air merupakan salah satu sifat fungsional protein. Menurut Aini dkk. (2016), semakin tinggi protein yang terkandung pada bahan maka kapasitas penyerapan air akan semakin besar dan semakin rendah kadar proteinnya maka semakin rendah kapasitas penyerapan airnya. Selain kadar protein, kadar air dapat mempengaruhi kapasitas penyerapan air. Kemampuan daya serap air suatu bahan pangan seperti tepung dapat berkurang apabila kadar air dalam tepung terlalu tinggi atau tempat penyimpanan yang lembab dapat menghambat daya serap air tepung itu sendiri.

Kapasitas penyerapan air menentukan jumlah air yang tersedia untuk proses gelatinisasi pati selama pemasakan. Bila jumlah air kurang maka pembentukan gel tidak mencapai kondisi optimum. Kapasitas penyerapan air juga mempengaruhi kemudahan dalam penghomogenan adonan tepung ketika dicampurkan dengan air. Tepung dengan daya serap air yang tinggi cenderung lebih cepat dihomogenkan. Adonan homogen ini akan berpengaruh terhadap kualitas hasil pengukusan. Tepung yang homogen, setelah dikukus akan mengalami gelatinisasi yang merata yang ditandai tidak terdapatnya spot-spot putih atau kuning pucat pada adonan yang telah dikukus (Tam dkk., 2004). Kapasitas penyerapan air juga

mempengaruhi kemudahan dalam menghomogenkan adonan tepung ketika dicampurkan dengan air. Menurut Chelule dkk. (2010), semakin lama waktu fermentasi, degradasi makromolekul menjadi molekul yang lebih sederhana semakin besar. Makromolekul yang tadinya relatif kompak menjadi agak berporous karena terpecah menjadi molekul sederhana berbobot massa kecil sehingga agak renggang dan lebih mudah menyerap air.

#### **2.4.4. *Oil Holding Capacity (OHC)***

Oil Holding Capacity (OHC) atau kapasitas penyerapan minyak dipengaruhi kadar protein dan lemak, seperti yang dinyatakan Aini dkk. (2010) bahwa semakin besar kadar lemak atau protein, semakin besar kapasitas penyerapan minyak. Kapasitas penyerapan minyak yang optimum dipengaruhi oleh kemampuan protein yang terkandung dalam tepung untuk berikatan dengan minyak. Hal tersebut dapat meningkatkan rasa dalam mulut (mouthfeel) ketika tepung sudah diolah menjadi suatu produk. Hal ini berhubungan dengan mekanisme kapasitas penyerapan minyak yang disebabkan pemerangkapan minyak secara fisik dengan gaya kapiler dan peran hidrofobisitas protein. Kapasitas penyerapan minyak juga dipengaruhi struktur pati. Menurut Chelule dkk. (2010), semakin lama waktu fermentasi, degradasi makromolekul menjadi molekul yang lebih sederhana semakin besar. Makromolekul yang tadinya relatif kompak menjadi agak berporous karena terpecah menjadi molekul sederhana berbobot massa kecil sehingga agak renggang dan lebih mudah menyerap minyak.



#### **2.4.5. Water Retention dan Expansion Rate**

*Water retention* adalah jumlah air yang tertahan di dalam tepung. Menurut Liao dan Wu (2016) *water retention* dipengaruhi oleh kandungan amilosa, struktur amilosa dan amilopektin. Nilai *water retention* pada pati ubi jalar yang difermentasi mengalami peningkatan. Nilai *water retention* yang meningkat disebabkan peningkatan jumlah rantai pendek amilopektin yang dihasilkan selama proses fermentasi. Sedangkan *expansion rate* atau laju ekspansi pati merupakan indikator dari tingkat elastisitas gel pati setelah gelatinisasi. Liao dan Wu (2016) yang menyatakan bahwa proses fermentasi dapat meningkatkan laju ekspansi dari pati ubi jalar, dan menyebabkan terjadinya peningkatan kualitas elastisitas produk olahan tepung ubi jalar kuning.

#### **2.5. Fermentasi Asam Laktat**

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 (Kongo, 2013). Fermentasi asam laktat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya media fermentasi, starter BAL dan lama fermentasi. Uraian mengenai faktor dalam fermentasi asam laktat adalah sebagai berikut:

##### **a. Media fermentasi**

Mikroba membutuhkan media sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhan dan pembentukan energi. Media fermentasi mengandung sejumlah nutrisi yang digunakan untuk pertumbuhan mikroba seperti air, sumber energi, sumber karbon, sumber akseptor elektron, sumber mineral, dan zat tumbuh. Pada fermentasi

laktat, bakteri asam laktat biasanya ditumbuhkan pada media *de Mann Rogose and Sharpe* (MRS) yang merupakan media spesifik untuk pertumbuhan BAL (Safitri dkk., 2016). Media MRS mengandung senyawa sederhana sumber elemen makro dan mikro. Selain itu, media yang dapat digunakan dalam fermentasi asam laktat adalah bahan yang mengandung karbohidrat seperti pati dan gula. BAL umumnya mendapat energi dari gula sederhana dalam bentuk glukosa walaupun beberapa spesies juga memfermentasi gula lain seperti maltosa, laktosa, sukrosa dan xilosa (Axelsson, 2010).

Gula sederhana diperoleh akibat pemecahan polimer karbohidrat kemudian digunakan sebagai sumber energi untuk pertumbuhan BAL dalam proses fermentasi (Jenie, 2006). Ubi jalar kuning adalah salah satu bahan pangan yang mengandung karbohidrat dengan kadar yang lebih tinggi dibanding ubi jalar putih maupun ungu. Menurut Sarwono (2005), ubi jalar kuning mengandung pati sebesar 15,18% dan gula reduksi sebesar 1,69% dalam 100 g bahan segar, sehingga ubi jalar kuning merupakan salah satu substrat yang sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangan BAL.

#### b. Starter bakteri asam laktat

Starter mikroba dalam proses fermentasi adalah sejumlah koloni mikroba yang sengaja ditambahkan dalam proses fermentasi. Penambahan starter dalam proses fermentasi dapat berupa starter tunggal, starter campuran, ataupun starter yang berasal dari cairan fermentasi spontan bahan pangan. Fermentasi ubi jalar dapat dilakukan dengan penambahan kultur bakteri asam laktat *Leuconostoc mesenteroides* (Yuliana *et al.*, 2013), cairan piket ubi jalar (Yuliana *et al.*, 2014)

dan secara spontan dengan penambahan gula dan garam pada media fermentasi (Wildan, 2015). Pikel dapat dibuat secara alami (spontan) dan dengan penambahan bakteri asam laktat (BAL) dalam media yang mengandung garam (Desrosier, 1988). Menurut Kramlich (1971), penggunaan strater kultur dalam proses fermentasi, menyebabkan bakteri yang diinginkan menjadi dominan dan fermentasi dapat berjalan dengan cepat. Yuliana *et al.* (2013), menyatakan kultur campuran *Leuconostoc mesenteroides* dan *Lactobacillus plantarum* menghasilkan jumlah total bakteri asam laktat yang tertinggi dibandingkan kultur tunggal *Leuconostoc mesenteroides* ataupun *Lactobacillus plantarum*.

Mikroba yang berperan dalam fermentasi asam laktat adalah bakteri asam laktat (BAL), yaitu kelompok bakteri yang dalam metabolisme karbohidratnya menghasilkan asam laktat sebagai hasil utamanya. Bakteri ini merupakan kelompok bakteri gram positif, berbentuk batang atau bulat, katalase negatif, tidak membentuk spora, pada umumnya tidak motil tetapi ada beberapa yang motil mikroaerofilik sampai anaerob, tidak mereduksi nitrit dan suhu optimum pertumbuhan antara 20-40°C. Sifat-sifat khusus bakteri asam laktat mampu tumbuh pada kadar gula, alkohol dan garam tinggi, tumbuh pada pH 3,80-8,0 serta mampu memfermentasikan berbagai monosakarida dan disakarida (Stamer, 1979). Menurut Salminen (1993), yang termasuk bakteri asam laktat adalah *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, dan *Streptococcus*.

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 glikolisis dan tidak bisa mengonsumsi pentosa. Hampir seluruh produk yang dihasilkan oleh kelompok bakteri ini berupa asam laktat. BAL yang bersifat homofermentatif misalnya *Streptococcus faecalis*, *Streptococcus liquefaciens*, *Pediococcus cereviceae*, dan *Lactobacillus plantarum* (Salminen dan Wright, 1993).
2. BAL obligat heterofermentatif, artinya hanya jalur 6-phosphogluconate yang dapat digunakan untuk memfermentasi glukosa dengan hasil produk akhir berupa asam laktat, etanol, asetat, ester, dan CO<sub>2</sub>. BAL heterofermentatif misalnya *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus brevis*, dan *Lactobacillus pentoacetium* (Fardiaz, 1992).
3. BAL fakultatif heterofermentatif adalah bakteri yang bisa melalui kedua jalur sebelumnya, baik glikolisis maupun jalur 6-phosphogluconate /phosphocetolase. Kelompok ini bisa mengonsumsi hexosa dan pentosa, contohnya *L. casei*, *L. curvatus*, dan *L. sake*.

Bakteri yang tergolong ke dalam kelompok bakteri homofermentatif adalah *Lactobacillus plantarum* dan *Pediococcus cereviceae*, sedangkan bakteri tergolong ke dalam kelompok heterofermentatif adalah *Leuconostoc mesenteroides* dan *Lactobacillus brevis* (Singleton, 1980).

Bakteri asam laktat yang biasa ditemukan dalam fermentasi pickel adalah *Leuconostoc mesenteroides*, *Pediococcus cereviceae*, *Lactobacillus plantarum*, dan *Enterococcus faecalis* (Robinson, 2000). Selain itu, pada fermentasi spontan dengan penambahan konsentrasi garam yang sesuai dapat menyebabkan mikroflora yang tumbuh adalah jenis bakteri asam laktat yaitu *Leuconostoc*

*mesenteroides*, *Pediococcus acidilactici*, *Lactobacillus brevis* dan *Lactobacillus plantarum* (Rahayu dan Sudarmadji, 1989). Woolford dan Pahlow (1998), menyatakan bahwa *Leuconostoc mesenteroides* yang bersifat heterofermentatif akan menurunkan pH dan menghasilkan CO<sub>2</sub> yang akan menggantikan oksigen yang tersisa. Garam yang ditambahkan disertai dengan penurunan pH dapat menghambat pertumbuhan bakteri gram negatif, sedangkan CO<sub>2</sub> menstimulasi pertumbuhan BAL seperti *Lactobacillus plantarum* yang akan menghasilkan asam laktat dalam jumlah banyak sehingga pH akan terus menurun. Akibatnya, jumlah BAL yang tumbuh lebih banyak dan persaingan dengan non BAL makin kecil.

#### c. Lama Fermentasi

Selama fermentasi, bakteri asam laktat akan tumbuh menghasilkan asam-asam organik seperti asam laktat, asam asetat, dan sebagainya yang akan berpengaruh terhadap total asam dan pH akhir yang dihasilkan, semakin lama fermentasi maka konsentrasi asam meningkat terutama asam laktat sehingga pH akan turun (Subagio, 1996). Menurut Buckle *et al.* (1987), lama fermentasi mampu mempengaruhi hasil fermentasi, bila suatu sel mikroorganisme diinokulasikan pada media, pertumbuhan yang terlihat mula-mula adalah suatu pembesaran ukuran, volume dan berat sel. Ketika ukurannya telah mencapai kira-kira dua kali dari besar sel normal, sel tersebut membelah dan menghasilkan dua sel. Sel-sel tersebut kemudian tumbuh dan membelah diri menghasilkan empat sel. Selama kondisi memungkinkan, pertumbuhan dan pembelahan sel berlangsung terus sampai sejumlah besar populasi sel terbentuk. Waktu antara masing-masing pembelahan sel berbeda-beda tergantung dari spesies dan kondisi lingkungannya, tetapi kebanyakan bakteri memerlukan waktu berkisar 10 – 60 menit. Tipe

pertumbuhan yang cepat ini disebut pertumbuhan logaritmis atau eksponensial karena bila log jumlah sel digambarkan terhadap waktu dalam grafik akan menunjukkan garis lurus. Pada fermentasi laktat, lama fermentasi dapat mempengaruhi total asam dan pH akhir yang dihasilkan, semakin lama fermentasi maka konsentrasi asam akan meningkat terutama asam laktat sehingga pH rendah atau turun (Wulan, 2004).

### **III. BAHAN DAN METODE**

#### **3.1. Waktu dan Tempat**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian, Laboratorium Analisis Hasil Pertanian, Laboratorium Pengelolaan Limbah Agroindustri Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian dan Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2018 sampai April 2018.

#### **3.2. Bahan dan Alat**

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ubi jalar kuning yang dibeli di Pasar Tempel Sukarame kota Bandar Lampung, *Leuconostoc mesenteroides* FNCC-0023 yang diperoleh dari PAU Pangan dan Gizi Universitas Gajah Mada, gula putih merek Gulaku, garam merek Rafina, aquades, alkohol 70%, MRS broth, dan MRS agar.

Peralatan yang digunakan antara lain *miller* Fomac FCT Z-200, vortex merek Thermolyne, hot plate and stirrer merek Cimerec 3, oven merek Memmert, centrifuge merek Thermo Electron Corporation, pH meter merek Lovibond, neraca analitik, autoklaf, penangas air, *shaker*, pengayak, alat-alat gelas, dan seperangkat alat fermentasi serta seperangkat alat uji sensori.

### 3.3. Metode Penelitian

Rancangan percobaan dilakukan secara faktorial dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL). Faktor pertama adalah jenis starter Bakteri Asam Laktat (S) yang terdiri dari starter Bakteri Asam Laktat hasil fermentasi spontan (Sp), starter Bakteri Asam Laktat yang diperoleh dari cairan pikel ubi jalar (Pkl), dan Bakteri Asam Laktat *Leuconostoc mesenteroides* (Lc). Faktor kedua adalah lama fermentasi dengan 4 taraf, yaitu 0 jam ( $T_0$ ), 24 jam ( $T_{24}$ ), 48 jam ( $T_{48}$ ), dan 72 jam ( $T_{72}$ ) dan sebagai kontrol adalah tepung ubi jalar kuning segar yang tidak difermentasi. Setiap satuan percobaan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali untuk selanjutnya dilakukan pengamatan berupa analisis pH, rendemen pati, *water retention*, *expansion rate*, *swelling power* dan *solubility*, uji sensori, serta pengamatan granula pati. Analisis data diuji kesamaan ragamnya dengan uji Bartlett. Kemenambahan data diuji dengan uji Tuckey. Analisis sidik ragam digunakan untuk mendapatkan ragam galat dan uji signifikansi untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan antar perlakuan. Seluruh data diolah lebih lanjut dengan uji Ortogonal Polinomial–Ortogonal Contrasts pada taraf 1 dan 5%. Sementara untuk data granula pati (sebelum dan setelah fermentasi) dibahas secara deskriptif.

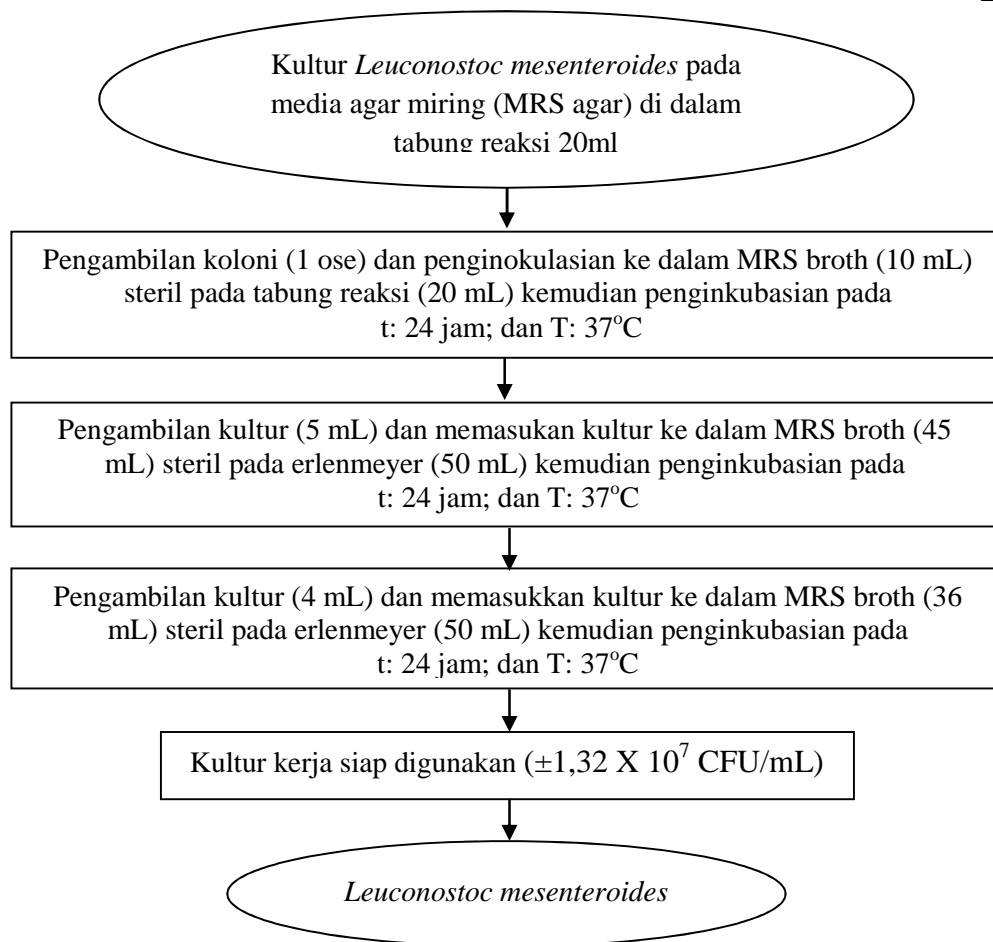
### 3.4. Pelaksanaan Penelitian

#### 3.4.1. Pembuatan Starter Kultur *Leuconostoc mesenteroides*

Starter *Leuconostoc mesenteroides* dibuat dengan mengikuti prosedur Novianti (2016). Persiapan starter dimulai dengan pembuatan media MRS broth sebanyak 300 mL (15,6 g MRS broth dalam 300 mL air destilat). MRS broth kemudian



diisikan ke dalam 2 buah tabung reaksi ukuran 20 mL masing-masing sebanyak 10 mL; ke 2 buah Erlenmeyer ukuran 50 mL masing-masing sebanyak 45 mL, dan ke dalam 5 buah Erlenmeyer ukuran 50 mL masing-masing sebanyak 36 mL. Kultur *Leuconostoc mesenteroides* dalam media agar miring diambil sebanyak 1 ose koloni dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 10 mL MRS broth steril lalu diinkubasi 24 jam pada suhu 37°C (propagasi tahap 1). Kultur yang tumbuh pada propagasi tahap 1 kemudian dihomogenkan dengan *vortex* dan diambil sebanyak 5 mL menggunakan mikropipet ukuran 1000 µL secara aseptis kemudian dimasukkan ke dalam Erlenmeyer ukuran 50 mL yang berisi 45 mL MRS broth steril lalu diinkubasi 24 jam pada suhu 37°C (propagasi tahap 2). Kultur yang tumbuh pada propagasi tahap 2 kemudian dituangkan sebanyak 4 mL ke dalam erlenmeyer ukuran 50 mL yang berisi 36 mL MRS broth steril dan diinkubasi 24 jam pada suhu 37°C ( $\pm 1,32 \times 10^7$  CFU/mL) (propagasi tahap 3). Pembuatan starter kultur *Leuconostoc mesenteroides* disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir pembuatan Starter *Lc. mesenteroides*.  
Sumber : Novianti (2016) telah dimodifikasi.

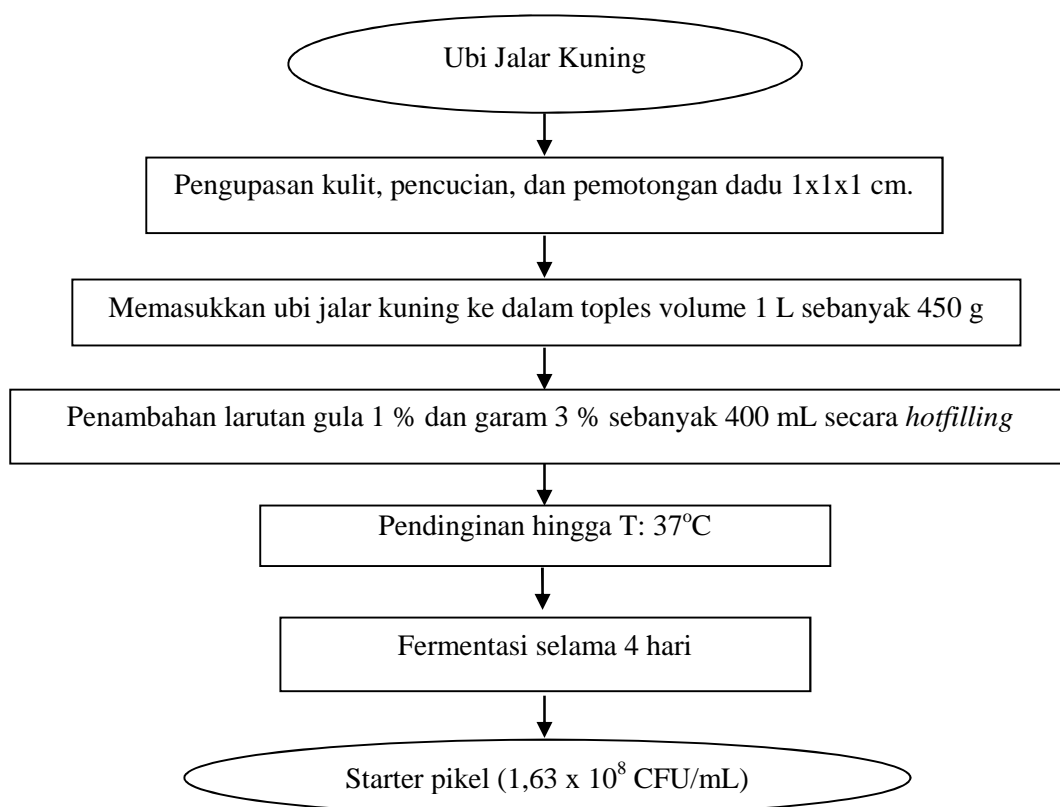
### 3.4.2. Pembuatan Starter Cairan Pikel

#### 1. Penyiapan Larutan Gula-Garam

Garam ditimbang sebanyak 3% (12 g) dari volume aquades yang digunakan (400 ml) dan ditambahkan gula sebanyak 1% (4 g) untuk setiap perlakuan. Garam dan gula tersebut kemudian dilarutkan dalam aquades dengan suhu 100°C (Yulianti, 2017).

## 2. Pembuatan Pikel Ubi Jalar Kuning

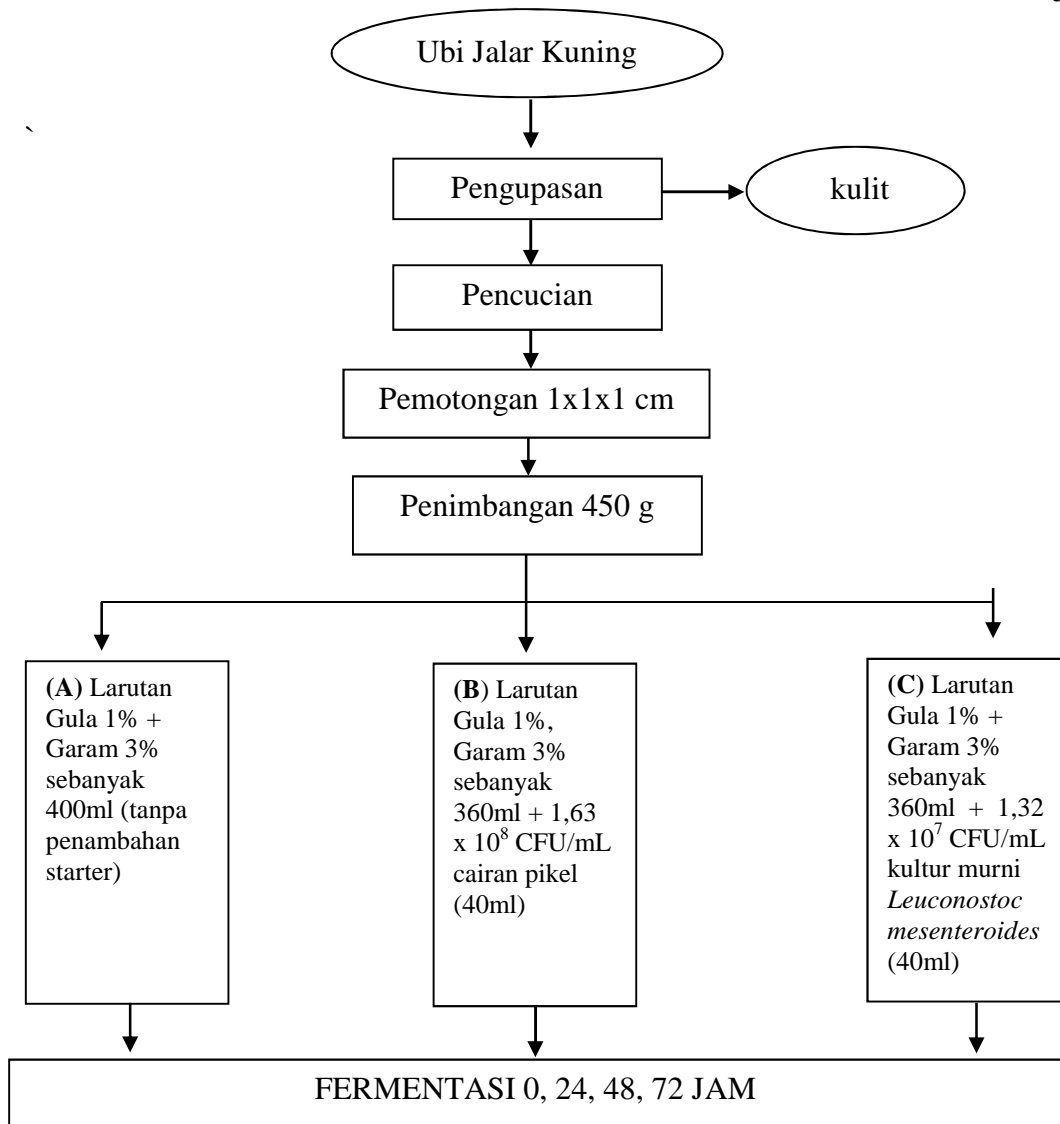
Proses pembuatan starter pikel ubi jalar mengikuti prosedur Yuliana *et al.* (2013). Ubi jalar kuning yang telah dicuci bersih, dikupas kulitnya, dipotong, bentuk dadu berukuran 1x1x1 cm. Potongan ubi jalar kuning tersebut ditimbang sebanyak 450 g kemudian dimasukkan ke dalam toples berukuran 1 L. Setelah itu, ditambahkan larutan gula garam sebanyak 400 mL secara *hotfilling*. Setelah itu, toples didinginkan hingga mencapai suhu ruang ( $37^{\circ}\text{C}$ ) dan difermentasi selama 4 hari dalam suhu ruang. Proses pembuatan sarter pikel dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram alir pembuatan starter pikel ubi jalar kuning  
Sumber : Yuliana *et al.*, 2013 (dimodifikasi)

### 3.4.3. Proses Fermentasi Ubi Jalar

Proses fermentasi ubi jalar menurut metode Yuliana dan Nurdjanah (2009). Proses fermentasi dilakukan dengan melakukan sortasi pada ubi jalar kuning dengan memisahkan ubi jalar yang rusak, cacat dan kotoran-kotoran lain. Ubi jalar yang telah disortasi sebanyak 6000 g selanjutnya dikupas, dicuci dan dipotong dadu ukuran 1x1x1 cm. Ubi jalar yang telah dipotong tersebut kemudian ditimbang sebanyak 450 g dan dimasukkan kedalam toples berukuran 1 L (12 toples). Selanjutnya, ditambahkan larutan garam dan gula sebanyak 400 mL (fermentasi spontan) dan 360 mL (fermentasi starter *Leuconostoc mesenteroides* dan cairan pikel) secara *hotfilling*. Toples ubi jalar yang telah berisi ubi jalar dan larutan gula garam, kemudian didiamkan selama  $\pm 10$  menit dalam wadah berisi air hingga suhunya mencapai  $\pm 35^{\circ}\text{C}$ . Setelah itu, starter *Leuconostoc mesenteroides* (kultur dalam 40 mL MRS broth) dan cairan pikel (40 mL) diinokulasikan ke masing-masing toples secara aseptis lalu ditutup rapat. Fermentasi dilakukan selama 0, 24, 48, dan 72 jam. Proses fermentasi ubi jalar kuning dapat dilihat pada Gambar 5.

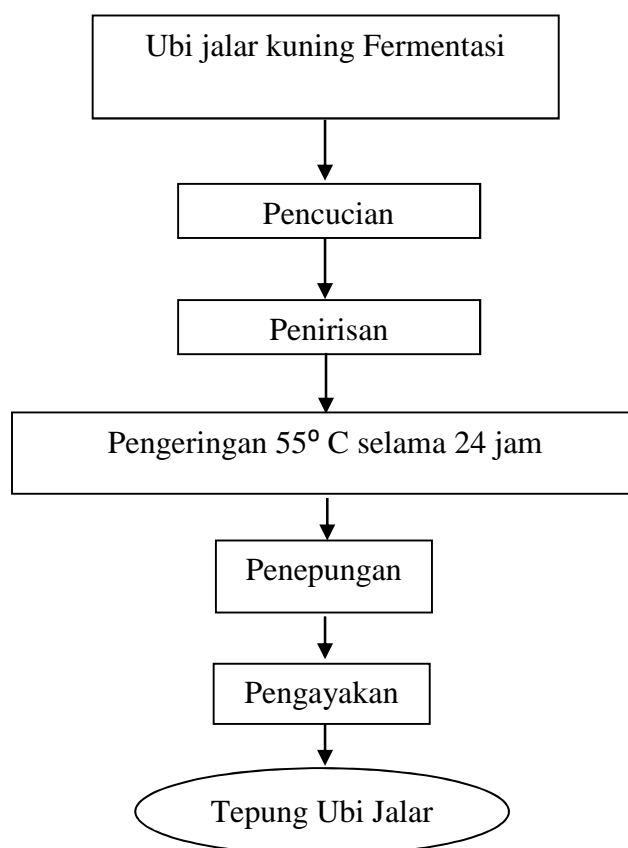


Gambar 5. Diagram alir proses fermentasi ubi jalar dengan 3 jenis perlakuan  
Sumber: Yuliana dan Nurdjanah (2009) yang dimodifikasi

#### 3.4.4. Penepungan

Proses penepungan mengikuti prosedur yang dilakukan Novianti (2016). Irisan ubi jalar hasil fermentasi yang telah dicuci dengan air mengalir ditiriskan kemudian dikeringkan dalam oven blower bersuhu 55°C selama 24 jam. Irisan ubi jalar kuning kering lalu digiling menggunakan grinder dan diayak menggunakan ayakan 80 mesh. Tepung halus kemudian dikemas dalam plastik bertutup rapat untuk dilakukan pengujian lebih lanjut.

Diagram alir proses penepungan dapat dilihat pada Gambar 6 berikut ini :



Gambar 6. Diagram Alir Pembuatan Tepung Ubi Jalar  
Sumber Novianti (2016)

### 3.5. Pengamatan

#### 3.5.1. Derajat Keasaman (pH)

Pengukuran derajat keasaman (pH) diukur dengan menggunakan pH meter.

Sebelum dilakukan pengukuran, pH meter distandarisasi terlebih dahulu dengan menggunakan larutan buffer 7 dan sampel tepung terlebih dahulu dibuat suspensi tepung 10% dengan aquades. Selanjutnya dilakukan pengukuran terhadap sampel dengan mencelupkan elektroda kedalam sampel yang telah disiapkan (AOAC, 1995).

### 3.5.2. Rendemen Pati Ubi Jalar Kuning

Pembuatan pati ubi jalar mengikuti prosedur Retnaningtyas (2014). Proses pembuatan pati ubi jalar kuning meliputi pencucian ubi jalar kuning hasil fermentasi sebanyak 50 g dengan air mengalir hingga bersih. Ubi jalar kuning yang telah bersih kemudian dilakukan pamarutan (blender). Setelah itu ditambahkan air dengan perbandingan ubi jalar berbanding air sama dengan 1:4. Kemudian dilakukan pemerasan dan diendapkan selama 12 jam. Pati ubi jalar kuning dikeringkan menggunakan *cabinet drying* selama 12 jam pada suhu 60<sup>0</sup>C. Rendemen pati ubi jalar dihitung dengan cara berikut :

$$\text{Rendemen Pati Ubi Jalar (\%bb)} = \frac{\text{Berat pati ubi jalar kuning}}{\text{Sampel ubi jalar (50 g)}} \times 100$$

### 3.5.3. Kekuatan Pembengkakan Granula (*Swelling Power*) dan Kelarutan (*Solubility*)

Analisa kekuatan pembengkakan granula dan kelarutan mengikuti prosedur Deng *et al.* (2013). Tabung sentrifus tertutup ukuran 50 ml yang telah diketahui beratnya disiapkan. Sebanyak 0,35 g sampel tepung dimasukan ke dalam tabung sentrifusi dan ditambahkan 12,5 ml aquades. Kemudian divortek hingga larut. Selanjutnya dipanaskan dalam water bath selama 30 menit dengan suhu 90<sup>0</sup>C. Sampel lalu didinginkan selama 30 menit pada suhu kamar. Sampel lalu dipindahkan ke dalam tabung sentrifusi yang sudah diketahui beratnya. Setelah itu, disentrifusi pada kecepatan 3500 rpm selama 15 menit, sehingga dihasilkan supernatan dan pellet. Supernatan ditempatkan pada cawan porselen steril, dan pellet pada tabung sentrifusi. Supernatan lalu dikeringkan pada suhu 100<sup>0</sup>C

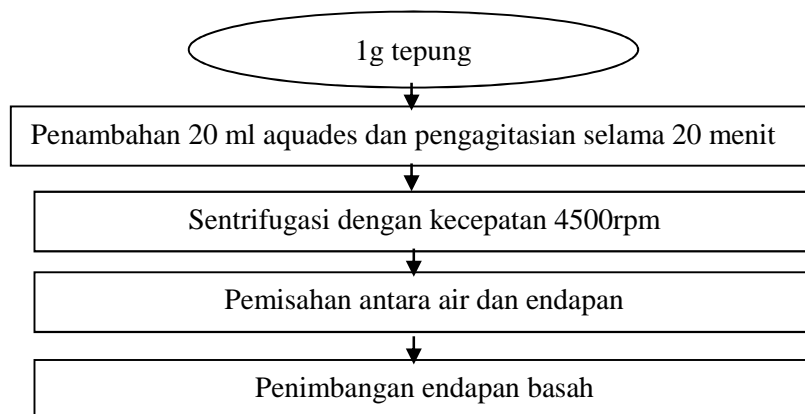
hingga konstan. Pellet pada tabung sentrifusi ditimbang beratnya. *Swelling power* dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$\text{Solubility (\%)} = \frac{\text{Berat endapan supernatan}}{\text{Sampel awal}} \times 100$$

$$\text{Swelling power (\%)} = \frac{\text{Berat endapan pellet}}{\text{Sampel awal (100-solubility)}}$$

#### 3.5.4. *Water Retention*

*Water Retention* ditentukan mengikuti metode Liao dan Wu (2016) (Gambar 7). Suspensi dari 1 g tepung dalam 20 mL aquades diagitasi selama 20 menit pada suhu ruang. Sampel yang telah diagitasi kemudian dimasukkan kedalam tabung sentrifuse yang telah diketahui beratnya. Sampel disentrifugasi dengan kecepatan 4.500 rpm selama 10 menit , lalu dihilangkan airnya dan kemudian ditimbang.



Gambar 7. Diagram Alir Pengamatan *Water Retention* (Liao dan Wu, 2016)

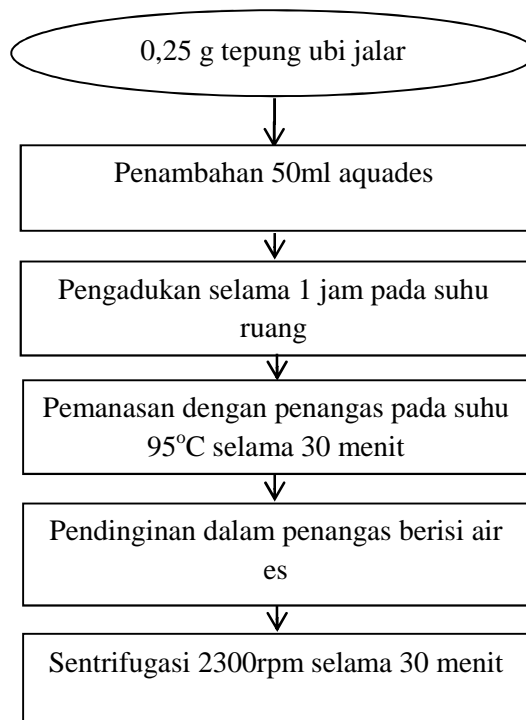
Nilai *Water Retention* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Water Retention} = \frac{\text{Berat endapan tepung basah (g)}}{\text{Berat tepung kering (g)}}$$



### 3.5.5. Expansion Rate

*Expansion Rate* ditentukan mengikuti metode Liao dan Wu (2016) (Gambar 8). Sampel tepung seberat 0,25 g dilarutkan ke dalam 50 ml aquades. Sampel kemudian diaduk selama 1 jam pada suhu kamar, dan kemudian dipanaskan pada suhu 95°C dalam penangas air selama 30 menit. Pasta pati panas didinginkan pada suhu kamar dalam penangas air es dan disentrifugasi pada 2300 rpm selama 30 menit. Supernatan dituang dan laju ekspansi ditentukan sebagai perbandingan berat sedimen dengan berat tepung kering.



Gambar 8. Diagram Alir Pengamatan *Water Retention* (Liao dan Wu, 2016)

Nilai *Expansion Rate* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Expansion Rate} = \frac{\text{Berat sedimen (g)}}{\text{Berat tepung kering (g)}}$$

### 3.5.6. Uji Organoleptik

Penilaian organoleptik yang dilakukan meliputi warna dan aroma menggunakan uji skoring. Uji organoleptik dilakukan oleh 20 panelis dengan mengisi kuesioner. Panelis membandingkan warna dan aroma tepung ubi jalar fermentasi dengan kontrol (tepung ubi jalar yang tidak difermentasi). Contoh kuesioner yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 9.

Sampel	: Tepung ubi jalar fermentasi																							
Nama	:																							
Tanggal	:																							
<p>Dihadapan anda disajikan 12 sampel tepung ubi jalar fermentasi yang telah diberi kode acak. Berikan penilaian anda terhadap warna dan aroma pada produk dengan memberikan skor dari 1-5 sesuai dengan penilaian anda setelah dibandingkan dengan tepung ubi jalar kontrol.</p>																								
Parameter	121	122	123	321	322	323	521	522	523	524	721	722												
Warna																								
Aroma																								
<p>Keterangan:</p> <table> <tr> <td><b>Warna</b></td> <td><b>Aroma</b></td> </tr> <tr> <td>5= Sangat Kuning</td> <td>5= Khas Ubi Jalar</td> </tr> <tr> <td>4= Kuning</td> <td>4= Agak Khas Ubi Jalar</td> </tr> <tr> <td>3= Agak Kuning</td> <td>3= Agak Asam</td> </tr> <tr> <td>2= Putih Kekuningan</td> <td>2= Asam</td> </tr> <tr> <td>1= Putih</td> <td>1= Sangat Asam</td> </tr> </table>													<b>Warna</b>	<b>Aroma</b>	5= Sangat Kuning	5= Khas Ubi Jalar	4= Kuning	4= Agak Khas Ubi Jalar	3= Agak Kuning	3= Agak Asam	2= Putih Kekuningan	2= Asam	1= Putih	1= Sangat Asam
<b>Warna</b>	<b>Aroma</b>																							
5= Sangat Kuning	5= Khas Ubi Jalar																							
4= Kuning	4= Agak Khas Ubi Jalar																							
3= Agak Kuning	3= Agak Asam																							
2= Putih Kekuningan	2= Asam																							
1= Putih	1= Sangat Asam																							

Gambar 9. Kuisisioner uji organoleptik tepung ubi jalar kuning

### 3.5.7. Pengamatan Granula Pati

Karakteristik granula pati ubi jalar terfermentasi dengan metode Scanning Electron Microscope (SEM). Bentuk granula diobservasi pada 2.000x magnifikasi dibawah mikroskop elektron. Sampel pati terfermentasi yang telah

ditumbuk halus, diletakkan pada stub aluminium menggunakan perekat dan dilapisi dengan film emas tipis. Kemudian sampel diamati pada percepatan tegangan 5 kV.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Perlakuan fermentasi spontan, starter cairan pikel, dan *Leuconostoc mesenteroides* berpengaruh nyata terhadap karakteristik fungsional tepung ubi jalar kuning ( $\alpha = 0,01$ ). Laju penurunan dan peningkatan berbeda-beda tergantung jenis kultur starter. Pada parameter *solubility* terjadi pola penurunan secara kuadratik dengan titik minimum untuk perlakuan cairan pikel 9,59%, *Leuconostoc mesenteroides* 10,85% dan spontan 11,41%, sedangkan pada *expansion rate* terjadi pola peningkatan secara kuadratik dengan titik maksimum untuk cairan pikel, *Leuconostoc mesenteroides* dan spontan berturut-turut adalah 16,89; 16,54 dan 16,30. Pada penampakan granula pati, untuk semua perlakuan kultur starter, semakin lama fermentasi semakin banyak permukaan granula yang mengalami kerusakan.
2. Lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap karakteristik fungsional tepung ubi jalar kuning ( $\alpha = 0,01$ ). Selama fermentasi berlangsung terus terjadi penurunan secara linier terhadap parameter pH, rendemen pati, warna, dan aroma, kemudian terjadi peningkatan secara linier terhadap parameter *swelling power* dan *water retention*. Terjadi peningkatan secara kuadratik terhadap

*expansion rate* dan penurunan secara kuadratik terhadap *solubility* seiring lamanya fermentasi.

3. Terdapat interaksi antara jenis starter dan lama fermentasi terhadap beberapa karakteristik fungsional tepung ubi jalar kuning yaitu pH, rendemen pati, *water retention*, dan *expansion rate*.

## **5.2. Saran**

Untuk lebih melengkapi data karakteristik tepung termodifikasi fermentasi maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan sifat kimia dan fisik yang lain seperti uji proksimat, rehidrasi, kadar amilosa, dan bagaimana aplikasinya terhadap produk olahan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adams, M.R and M.J.R. Nout. 2001. *Fermentation an Food Safety*. Aspen Publication. Maryland.
- Adzahan, N. M. 2016. Effect of Heat Treatment on the Physico-chemical Properties of Starch from Different Botanical Sources. *International Food Research Journal*. 17(1):127-135.
- Aini, N., P. Hariyadi, T. R. Muchtadi dan N. Andarwulan. 2010. Hubungan Antara Waktu Fermentasi Grits Jagung Putih dengan Sifat Gelatinisasi Tepung Jagung Putih yang Dipengaruhi Ukuran Partikel. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 21: 18-24.
- Nur Aini, Gunawan Wijonarko, Budi Sustriawan. 2016. Sifat Fisik, Kimia, dan Fungsional Tepung Jagung yang Diproses Melalui Fermentasi. *Jurnal Agritech*. 36(2):160-169.
- Akbar, M. D. A. 2015. Pengaruh Waktu dan Suhu Pengering dengan Oven SN 281272 Terhadap Kualitas Produk Tepung Ubi Jalar Kuning (*Ipomea Batatas L.*). (Skripsi). Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang.
- Ali, A. dan D. Fortuna. 2009. Substitusi Tepung Terigu dengan Tepung Pati Ubi Jalar (*Ipomoea batatas L.*) pada Pembuatan Mie Kering. *Jurnal SAGU*. 8(1):1-4.
- Allen, J.C., A.D. Corbitt, K.P. Maloney, M.S. Butt, Vann-Den Truong. 2012. Glycemic Index of Sweet Potato as Affected by Cooking Method. *The Open Nutrition Journal*. 6:1-11.
- Amethy, D. 2014. Pengaruh Starter Bakteri Asam Laktat (BAL) dan Lama Fermentasi terhadap Sifat Fisik dan Kimia Tepung Ubi Jalar Putih. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Andress, E. L., J. Harrison, dan K. Christian. 2015. *Preserving Food Pickled Products*. UGA Extension. Georgia.
- Anggraeni, Y.P. dan S. Y. Sudarminto. 2014. Pengaruh Fermentasi Alami Pada Chips Ubi Jalar (*Ipomoea Batatas*) Terhadap Sifat Fisik Tepung Ubi Jalar Terfermentasi. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(2):59-69.

- Antarlina, S. S. dan Utomo, J. S., 1997. Proses Pembuatan dan Penggunaan Tepung Ubi Jalar untuk Produk Pangan. Dalam Edisi Khusus Balitkabi. 15-1999 hlm.
- AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemist.* Inc. Washington DC.
- Archuleta, M. 2009. *Preparing and Canning Fermented and Pickled Foods at Home.* New Mexico State University. 8 hlm.
- Badan Pusat Statistik. 2015. Statistik Indonesia Tanaman Pangan. [http://www.bps.go.id/tnmn\\_pgn.php](http://www.bps.go.id/tnmn_pgn.php). Diakses pada November 2017.
- Balai Besar Teknologi Pati. 2012. *Modifikasi Tepung Sorgum untuk Substitusi Tepung Gandum sebagai Bahan Baku Industri Pangan Olahan (Noodle dan Cookies).* Laporan Hasil Penelitian dan Pengembangan, Kekayaan Intelektual, dan Hasil Pengelolaannya. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.
- Bradbury, J. H. and W. D. Holloway. 1988. *Chemistry of Tropical Root: Significance for Nutrition an Agriculture in Pacific Asian.* Canberra.
- Brock, T. D. and K. M. Brock. 1978. *Basic Microbiology with Applications.* Prentice-Hall. New Jersey. 608 hlm.
- Buckle, K. A., R.A. Edwards, G.H. Fleet, dan M. Wooton. 1987. *Ilmu Pangan.* Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Chelule, P.K., M. P. Mokoena dan N. Ggaleni. 2010. Advantages of traditional lactic acid bacteria fermentation of food in Africa. *Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biothechnology.* 2:1160-1167.
- Chen, Z., H. A. Schols, and A. G. Voragen. 2006. The Use of Potato and Sweet Potato Starches Affects White Salted Noodle Quality. *Journal of Food Science.* 68(9): 2630-2637.
- Damodaran, S., K. L. Parkin dan O. R. Fennema. 2008. *Fennema's Food Chemistry Fourth Edition.* CRC Press. London.
- Deng, F.M., T. Mu, M. Zhang, and O.K. Abegunde. 2013. Composition, Structure, and Physicochemic Properties of Sweet Potatoes Starches Isolated by Sour Liquid Processing al and Centrifugation. [www.StarchJournal.com](http://www.StarchJournal.com). 65: 162-171.
- Desmazeaud, M. 1996. Lactic Acid Bacteria in Food : Use and Safety. *Cahiers Agricultures.* 5(5):331-342.

- Desroier. 2008. *Teknologi Pengawetan Pangan*. Diterjemahkan oleh Muljoharjo. UI-Press. Jakarta. 614 hlm.
- Dewi, Y. R. 2014. Kajian Sifat Fisikokimia Tepung Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*) Termodifikasi Fermentasi Asam Laktat dan Aplikasinya dalam Produk Roti Tawar. (Tesis). Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Universitas Lampung.
- Eliason, A. C. and M. Gudmundsson. 1996. *Starch: Physicochemical and Functional Aspect*. Marcel Dekker. New York.
- Fardiaz, S. 1992. *Fisiologi Fermentasi*. PAU-IPB. Bogor.
- Fleche, G. 1985. *Chemical modification and degradation of starch*. Di dalam : G.M.A.V. Beynum dan J. A Roels Edition. Starch Conversion Technology. Marcel Dekker Inc. New York.
- Francis, F. J. 2000. Anthocyanins & Betalains: Composition & Application. *Cereal Foods World Journal*. 45(5): 208-213.
- Gardner, N., Savard, T., Obermeier, P., Caldwell, G., and Champagne, C. 2001. Selection and characterization of mixed starter cultures for lactic acid fermentation of carrot, cabbage, beet and onion vegetable mixtures. *International Journal of Food Microbiology*. 64(3):261–275.
- Gibbons, W.R. and C.A. Westby. 1986. Effect of inoculum size on solid-phase fermentation of fodder beets for fuel ethanol production. *Journal of Applied and Environmental Microbiology*. 52:960-962.
- Ginting, E., Y. Widodo, S.A. Rahayuningsih, dan M. Yusuf. 2005. Karakteristik Pati Beberapa Varietas Ubi Jalar. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 24(1): 9-18.
- Glicksman, M. 1969. *Gum Technology in Food Industry*. Academic Press. New York.
- Greenwood, C.T. dan D.N. Munro. 1979 . Carbohydrates. Di dalam R.J. Priestley,ed. Effects of Heat on Foodstufs. Applied Science Publ. Ltd., London.
- Hagenimana, V. dan R. E. Simard. 1992. Distribution of Amylases within Sweet Potatoo (*Ipomea batatas*, L.) Root Tissues. *Jurnal of Agricultural and Food Chemistry*. 40:1777-1783.
- 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.

- Hernanto, J. 2014. Sifat Fisikokimia Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi secara Fisik pada Berbagai Lama Pemanasan. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Jading, A., Tethool, E., Payung, P. dan Gultom, S. 2011. Karakteristik fisikokimia pati sagu hasil pengeringan secara fluidisasi menggunakan alat pengering cross flow fluidized bed bertenaga surya dan biomassa. *Jurnal Reaktor* 13(3): 155-164.
- Jane, J., M. Chen, L. F. Lee, and T. Kasemsuwan. 1999. Effect of Amylopectin Branch Chain Length and Amylose Content on the Gelatinization and Pasting Properties of Starch. *Journal of Cereal Chemistry*. 76:629-637.
- Jenie, B. S. L. 1996. Peranan Bakteri Asam Laktat Sebagai Pengawet Hayati Makanan (Food Biopreservative). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan* 1(2):60-73.
- John J. K., K. C. M. Raja, S. Rani, S. N. Moorthy, and A.C. Eliasson. 2002. Properties of arrow root starch treated with aqueous HCl at ambient temperature. *Food Chem Toxicol*. 67:10–14.
- Juanda, D. Dan Cahyono, B. 2000. Ubi Jalar Budidaya dan Analisis Usaha Tani. Kansius. Yogyakarta.
- Judoamidjojo, M. 1990. *Teknologi Fermentasi*. IPB-Press. Bogor.
- Kaur, M., D. P. S. Oberoi, D. S. Sogi, and Balmeet Singh Gill. 2011. Physicochemical, Morphological and Pasting Properties Of Acid Treated Starches from Different Botanical Sources. *Journal of Food Science and Technology*. 48(4):460–465.
- Kongo, M. 2013. *Lactic Acid Bacteria – R & D for Food, Health, and Livestock Purposes*. Intech. www. Intechopen.Com. Diakses pada 20 November 2017.
- Korhonen, J. 2010. *Forestry and Natural Sciences : Antibiotic Resistance of Lactid Acid Bacteri*. University of Eastern Finland. Finland.
- Koswara, S. 2009. Teknologi Pengolahan Sayuran dan Buah-Buahan <http://bkp.madiunkab.go.id/downlot.php> file [TeknologiPengolahan-Sayuran-dan-Buah buahan-Teori-dan-Praktek.pdf](#). Diakses pada Desember 2017.
- Kramlich, W.E. 1971. Sausage Product. Didalam Preece J.F. dan Schweght B.S, editor. *The Science of Meat Product*. Ed ke-2. San Fransisco : WH Freeman.

- Kusmawati, A., H. Ujang, dan E. Evi. 2000. Dasar-Dasar Pengolahan Hasil Pertanian I. Central Grafika. Jakarta.
- Kusumaningrum, A. dan S. Sumardiono. 2016. Perbaikan Sifat Tepung Ubi Kayu Melalui Proses Fermentasi Sawut Ubi Kayu dengan Starter Bakteri Asam Laktat. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 5(2):31-33.
- Liao, L. and W. Weiguo. 2016. Fermentation Effect On The Properties Of Sweet Potato Starch And Its Noodle's Quality By *Lactobacillus Plantarum*. *Journal of Food Process Engineering*. ISSN 1745-4530.
- Lingga, P. 1984. *Pertanaman Ubi-Ubian*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Loves. 2011. Varietas Unggul Ubi Jalar. <http://budidarma.com/varietas-unggul-ubi-jalar>. Diakses pada 30 Juli 2018.
- Malik, S. 2003. Rekomendasi Pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan pada Tanaman Ubi Kayu dan Ubi Jalar. Direktorat Perlindungan Tanaman. Jakarta.
- Margareta, M. 2010. Pengaruh Jenis Bakteri Asam Laktat dan Lama Fermentasi terhadap Karakteristik Pikel Ubi Jalar Kuning (*Ipomea batatas L.*). (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Marsono, Y. 2004. *Serat Pangan dan Perspektif Ilmu Gizi*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Martian, Y. 2015. Karakteristik Tepung Ubi Jalar Putih (*Ipomea Batatas L.*) yang Difermentasi dengan *Lactobacillus Plantarum*, *Leuconostoc Mesenteroides* pada Berbagai Lama Fermentasi, untuk Bahan Baku Mie. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung
- McFeeters, R. F. 2004. Fermentation Microorganisms and Flavor Changes in Fermented Food. *Journal of Food Science*. 69(1): 35-37.
- Miller, N. James, dan W. Lafayette. 1997. Starch Modification : Challenges and Prospects. *USA Review*. 127-131.
- Min, W. H., L. T. Li, and Z. H. Wang. 2004. Effect of Lactic Acid Bacteria Fermentation of Rice Starch on Physical Properties. *Journal Food Science*. 25:73-76.
- Mirza, M. N. 2012. Makalah Enzimologi Browning pada Apel dan Cara Pencegahannya. Universitas Jember. Jember.

- Moorthy, S. N. 2000. Tropical Sources Of Starch. In : *Starch in Food Structure, Function, and Application*. Ann Charlotte Eliasson. (ed). CRC Press. Baco Raton. Florida.
- Moorthy, S.N. and C. Balagopalan. 2010. Physicochemical Properties of Enzymatically Separated Starch from Sweet Potato. CRC Press. Baco Raton, Florida.
- Nabila, P. 2015. Pengaruh Penggunaan Starter Campuran Bakteri Asam Laktat-Khamir dan Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Tepung Ubi Jalar Putih (*Ipomea Batatas L.*) untuk Bahan Baku Mie. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- 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.
- Odedeji, J. O. and R. O. Adeleke. 2010. Functional Properties of Wheat and Sweet Potato Flour Blends. *Journal of Nutrition*. 9(6):535-538.
- Palumbo, S. A. and A.C. Williams. 1991. Resistance of *Listeria monocytogenes* to Freezing in Foods. *Journal of Food Microbiology*. 63-68.
- Pederson, C. S. 1970. *Microbiology of Food Fermentations*. The AVI Publishing Company, Inc. Westport. Connecticut.
- Pomeranz, J. and J.A. Shellenberger. 1991. *Bread Science and Technology*. The AVI Publishing Co, Inc. Westport Connecticut.
- Pratiwi, A. 2014. Pengaruh Konsentrasi Garam dan Lama Fermentasi terhadap Pembengkakan Granula Kelarutan Nilai Rehidrasi Konsentrasi Terbentuknya Gel Warna dan Aroma Tepung Ubi jalar Putih. (Skripsi). Universitas Lampung. Lampung.
- Pudjihastuti, Isti. 2010. Pengembangan Proses Inovatif Kombinasi Reaksi Hidrolisis Asam dan Reaksi Fotokimia UV untuk Produksi Pati Termodifikasi dari Tapioka. (Tesis). Teknik Kimia Universitas Diponegoro. Semarang.
- Rahayu, E.S., A. Yogeswara, Mariyatun, P. Haryono, I.S. Utami, T. Utami, S. Nurfiani dan M.N. Cahyanto. 2013. *Bakteri Asam Laktat Indigenous Berpotensi Probiotik dan Aplikasinya untuk Produk Susu Fermentasi*. Jakarta.
- Rahmawati E. 2015. Kadar Protein, PH dan Jumlah Bakteri Asam Laktat Yoghurt Susu Sapi dengan Variasi Penambahan Sari Daun Kelor dan Lama Fermentasi yang Berbeda. (Skripsi). Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.

- Retnaningtyas, D. A., dan W. D. R. Putri. 2014. Karakterisasi Sifat Fisikokimia Pati Ubi Jalar Oranye Hasil Modifikasi Perlakuan STTP (Lama Perendaman dan Konsentrasi). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(4):68-67.
- Robinson, R. K. 2000. *Encyclopedia of Food Microbiology*. Academic Press. New York.
- Rosmarkam, A. dan N. W. Yuwono. 2002. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Kanisius. Yogyakarta.
- Rozi dan Krisdiana. 2005. Prospek Ubi Jalar Ungu Sebagai Makanan Sehat Dalam Mendukung Ketahanan Pangan. *Laporan Penelitian*. Balai Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang.
- Rukmana, R. 1997. *Ubi Jalar Budidaya dan Pasca Panen*. Kanisius. Yogyakarta.
- Safitri, N., T. C. Sunarti, A. Meryandini. 2016. Formula Media Pertumbuhan Bakteri Asam Laktat *Pediococcus pentosaceus* Menggunakan Substrat Whey Tahu. *Jurnal Sumber Daya Hayati*. 2(2):31-38.
- Salim, E. 2011. Mengolah Singkong Menjadi Tepung Mocaf. Laily Publisher. Yogyakarta.
- Salminen, S., dan A. V. Wright. 1993. *Lactic Acid Bacteria*. Marcel Dekker Inc. New York.
- Santosa, H., H. Kusumayanti, N. B. Handayani. 2015. *Swelling power and Water Solubility of Cassava and Sweet Potatoes Flour*. *Procendia Environmental Sciences*. 23:164-167.
- Sarwono, B. 2005. *Ubi Jalar, Cara Budi Daya yang Tepat, Efisien dan Ekonomis*. Seri Agribisnis Penebar Swadaya. Depok.
- Setiawan. 2012. Pengaruh Konsentrasi Garam Terhadap Karakteristik Mikrobiologi dan Kimia Pikel Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* var *Ayamurasaki*) selama Fermentasi. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Shruti, S., Y. Neelam, S. Alka. 2012. Effect of fermentation on physicochemical properties and in vitro starch and protein digestibility of selected cereals. *Journal of Agricultural and Food Science*. 2 (3): 66-70.
- Singh, P.B., C.K. Riley, A.O. Wheatley, dan H.I. Lowe. 2011. Relationship between Processing Method and The Glycemic Indices of Ten Sweet Potato (*Ipomoea batatas*) Cultivars Commonly Consumed in Jamaica. *Journal of Nutrition and Metabolism* 201: 1-6.

- Sneel, E. E. 1952. The Nutrition of Lactic Acid Bacteria. *J. Bacteriological Review*. 16(4):156-160.
- Soemartono. 1984. *Ubi Jalar*. CV Yasaguna. Jakarta. 44 hlm.
- Soenarjo, R. 1984. Potensi Ubi Jalar Sebagai Bahan Baku Sirup Fruktosa. Balitbang Pertanian. Departemen Pertanian. Bogor.
- Stamer, J.R. 1979. Lactic Acid Bacteria. In: Defiguereido, M.P., D.F. Sliplittsoeslsser (eds). *Food Microbiology PublicHealth Spoilage Aspect*. The AVI Publishing Inc. Westport. Connecticut.
- Subagio. 2006. Jurnal Tanaman Penghasil Pati. <http://GMO-manual-indo.pdf>. FDP ART. Tanggal Akses 16 November 2017.
- Surono, I. S. 2004. *Probiotik, Susu Fermentasi dan Kesehatan*. YAPMMI. Jakarta.
- Syamsir, E. 2009. Karakteristik Fisiko-Kimia Tepung Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*) Varietas Sukuh dengan Variasi Proses Penepungan. (Skripsi). Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Swinkles, J.M. 1985. *Source of Starch, Its Chemistry and Physics*. In: Van Beynum, G.M.A. and Roels, J.A. (eds). *Starch Conversion Technology*. Marcell Dekker Inc. 295-360.
- Taggart, P. 2004. Starch as an Ingredient: Manufacture and Application. In: Elliason AC Editor. *Starch in food*. CRC Press. England.
- Takahata, Y., T. Noda and T. Sato. 1995. Changes in Carbohydrates and Enzyme Activities of Sweetpotato Lines during Storage. *Journal Agriculture and Food Chemistry*. 43(7):1923-1928.
- Tam, L.M., H. Corke, W.T. Tan, J. Li dan L.S. Collado. 2004. Production Of Bihon-Type Noodle From Maize Starch Differing In Amylosa Content. *Cereal Chemistry*. 81(4):475-480.
- Thao, H.M., A. Noomhorm. 2011. Physiochemichal properties of sweet potato and mung bean starch and their blends for noodle production. *Journal of Food Process and Technology*. 2(1):1-9.
- Torruco-Uco, J. and D. Betancur-Ancona. 2007. Physicochemical and functional properties of makal (*Xanthosoma yucatanensis*) starch. *Journal of Food Chemistery*. 101:1319-1326.
- Trowell, H.C. 1976. Definition of Dietary Fiber and Hypotheses That It Ss a Protective Factor in Certain Diseases. *Am. J. Clin. Nut.* 29:417-427.

- Vaughn. 1982. *Lactic Acid Fermentation of Cabbage, Cucumber, Olives and Other Product*. In Prescott and Dunns Industrial Microbiology. Fourth editions. AVI Publishing Co. Texas.
- Vogel, R. F. M. A. Ehrmann dan M. G. Ganzle. 2002. Development Andpotential of Starter Lactobacilli Resulting from Exploration of the Sourdough Ecosystem. *Antonie van Leeuwenhoek*. 81(1-4) : 631-639.
- Waluyo, Lud. 2004. *Mikrobiologi Umum*. UMM-Press. Malang.
- Widyasaputra, R. dan S. Y. Sudarminto. 2013. Pengaruh Fermentasi Alami Chips Terhadap Sifat Fisik Tepung Ubi Jalar Putih (*Ipomoea batatas L.*) Terfermentasi. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(2):78-89.
- Wildan. 2015. Pengaruh Konsentrasi Garam dan Lama Fermentasi terhadap Pengemjohnbangan Adonan dan Warna Tepung Ubi Jalar Putih. (Skripsi). Teknologi Hasil Pertanian. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Winangun, A. 2007. Mocal Tumpuan Ketahanan Pangan. [http//  
Tanimerdeka.com](http://Tanimerdeka.com). Diakses pada tanggal 17 Mei 2018.
- Winarno, F. G. dan D. Fardiaz. 1984. *Pengantar Teknologi Pangan*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Woolfe, J.A. 1992. Sweet potato an untapped food resource. Cambridge University Press. Cambridge.
- Woolford, M and G. Pahlow. 1998. The Silage Fermentation. In: Wood BJB, editor. Microbiology of fermented foods. 1:73-102.
- Wouters, J.T.M., E.H.E. Ayad, J. Hugenholtz and G. Smit. 2002. Microbes from Raw Milk for Fermented Dairy Products. *International Dairy Journal*. (12):19-109.
- Wulan, I.C. 2004. Pengaruh Konsentrasi Garam dan Lama Fermentasi terhadap Sifat Kimia dan Organoleptik Pikel Wortel (*Daucus carota L.*). (Skripsi). Universitas Lampung. Lampung.
- Yuliana, N. dan S. Nurdjanah. 2009. Sensori Pikel Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas L.*) yang difermentasi Spontan pada Berbagai Tingkat Konsentrasi Garam. *Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian*. 14(2):121-126.
- 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.*). *Microbiology Indonesia*. 7(1):18.

- Yuliana, N., S. Nurdjanah, R. Sugiharto, dan D. Amethy. 2014. Effect of Spontaneous Lactic Acid Fermentation on Physico-Chemical Properties of Sweet Potato Flour. *Mikrobiologi Indonesia* 8(1):1-8.
- Yulianti, H. 2017. Pengaruh Lama Fermentasi dengan Starter Campuran Cairan Pikel dan Yeast Terhadap Karakteristik Mie Ubi Jalar Putih. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Zubaidah, E. 2006. Pengembangan Pangan Probiotik Berbasis Bekatul. *Jurnal Teknologi Pertanian. Rev.* 7(2):89-95.
- Zubaidah, E. dan Irawati, N. 2013. Pengaruh Penambahan Kultur (*Aspergillus niger*, *Lactobacillus plantarum*) dan Lama Fermentasi terhadap Karakteristik Mocaf. *Jurnal Teknologi dan Hasil Pertanian.* 11(3):43-46.
- Zuraida dan Y. Supriati. 2001. Usaha Tani Ubi Jalar sebagai Bahan pangan Alternatif dan Diversifikasi Sumber Karbohidrat. *Buletin AgroBio.* 4(1):1323.