



**KARAKTERISASI TEPUNG BIJI NANGKA (*Artocarpus heterophyllus*
Lamk.) HASIL FERMENTASI OLEH *Lactobacillus plantarum***

SKRIPSI

Oleh

Dani Setiawan

111710101081

JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

UNIVERSITAS JEMBER

2015



**KARAKTERISASI TEPUNG BIJI NANGKA (*Artocarpus heterophyllus*
Lamk.) HASIL FERMENTASI OLEH *Lactobacillus plantarum***

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Strata Satu (S1) Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Oleh
Dani Setiawan
111710101081

JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER

2015

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT, puji syukur atas segala rahmat, hidayah serta inahnya-Nya
2. Ibunda Sugimah dan Ayahanda Tukimun tercinta yang telah mendo'akan dan memberi semangat, serta dukungan selama ini.
3. Kakakku Ikwanto dan adikku Dewi Wahyuni yang telah memberikan dukungan atas penyelesaian pendidikanku.
4. Sahabat-sahabatku yang tergabung dalam lingkaran cinta Mas Emu, Haris, Ubed, Bintang, Iwan, Imam, dan Anang atas segala do'a, motivasi, dan semangat.
5. Teman-teman seperjuangan di Laboratorium.
6. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

MOTTO

“Barangsiapa bertakwa pada Allah, maka Allah memberikan jalan keluar kepadanya dan memberi rezeki dari arah yang tidak disangka-sangka.

Barangsiapa yang bertaqwa pada Allah, maka Allah jadikan urusannya menjadi mudah”.

(QS. Ath-Thalaq: 2 dan 3).

atau

“Barangsiapa bersungguh-sungguh, sesungguhnya kesungguhannya itu adalah untuk dirinya sendiri.” (QS Al-Ankabut [29]: 6)

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Dani Setiawan

NIM : 111710101081

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: “Karakterisasi Tepung Biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lamk.) Hasil Fermentasi oleh *Lactobacillus plantarum*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang dijunjung tinggi.

Dengan pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 23 Juli 2015

Yang menyatakan,

Dani Setiawan

NIM 111710101081

PEMBIMBING

**KARAKTERISASI TEPUNG BIJI NANGKA (*Artocarpus heterophyllus*
Lamk.) HASIL FERMENTASI OLEH *Lactobacillus plantarum***

Oleh

Dani Setiawan
111710101081

Pembimbing,

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Ir. Giyarto, M.Sc.

NIP. 196607181993031013

Dr. Ir. Jayus

NIP. 196805161992031000

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “KARAKTERISASI TEPUNG BIJI NANGKA (*Artocarpus heterophyllus* Lamk.) HASIL FERMENTASI OLEH *Lactobacillus plantarum*” karya Dani Setiawan NIM 111710101081 telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 5 Agustus 2015

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Tim Penguji,

Ketua,

Anggota,

Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App.Sc

NIP. 196411091989021002

Miftahul Choiron, S.TP, M.Sc

NIP. 198503232008011002

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian

Dr. Yuli Witono, S.TP., M.P.

NIP. 196912121998021001

RINGKASAN

KARAKTERISASI TEPUNG BIJI NANGKA (*Artocarpus heterophyllus* Lamk.) HASIL FERMENTASI OLEH *Lactobacillus plantarum*; Dani Setiawan, 111710101081; 2015; 50 halaman; Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Biji nangka merupakan bahan pangan lokal potensial. Berdasarkan komposisi kimia penyusunnya, terutama karbohidrat, biji nangka memiliki potensi yang dapat diolah menjadi bahan setengah jadi berupa tepung. Dalam pengolahan biji nangka menjadi tepung masih memiliki sifat fungsional yang rendah. Cara untuk meningkatkan sifat fungsional tepung yaitu fermentasi. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui karakteristik tepung biji nangka yang difermentasi oleh *Lactobacillus plantarum* dengan perlakuan lama fermentasi.

Penelitian ini dilakukan dua tahap, yaitu pembuatan starter *L. plantarum* dan produksi tepung biji nangka terfermentasi. Parameter pengamatan yang dilakukan meliputi derajat keasaman/pH cairan fermentasi, derajat putih, total asam, suhu gelatinisasi, WHC, OHC, identifikasi gugus fungsi dengan FTIR, profil gelatinisasi tepung, pertumbuhan mikroba dengan TPC, dan identifikasi senyawa rafinosa dengan HPLC.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 1 faktor dan 3 kali ulangan. Faktor yang digunakan yaitu lama fermentasi 8 jam, 16 jam, 24 jam, dan 32 jam dengan fermentasi 0 jam sebagai kontrol. Kombinasi perlakuan tersebut diulang sebanyak 3 kali.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tepung biji nangka dengan perlakuan lama fermentasi memiliki karakteristik yang berbeda. Karakteristik cairan fermentasi biji nangka untuk nilai pH dan populasi BAL masing-masing adalah 4,7-5,0 dan $3,63 \times 10^6$ - $9,70 \times 10^8$ cfu/ml. Karakteristik tepung biji nangka terfermentasi oleh *L. plantarum* dengan perlakuan lama fermentasi masing-masing berkisar antara: untuk derajat putih 87,8-90, WHC 1,79-2,19%, OHC 1,59-1,83% , suhu gelatinisasi 65-7¹°C, total asam 0,1751-0,272%, profil gelatinisasi untuk

nilai PV 1757-2340 cP, MV 1071-1590 cP, BD 686-750 cP, FV 1394-2412 cP, SB 323-822 cP, PT 88-88,90 °C, *peak time* 5,13-5,40 menit, gugus fungsi pada pita serapan 3300-3500 cm^{-1} (O-H), 2900 cm^{-1} (C-O), 1500-1800 cm^{-1} (C=O), dan 1000-1200 cm^{-1} (C-O-C), dan total rafinosa berkisar 281,57-168,94 $\mu\text{g/g}$.



SUMMARY

CHARACTERIZATION OF JACKFRUIT (*Artocarpus heterophyllus* Lamk.) SEEDS FLOUR PRODUCED UNDER FERMENTATION PROCESS BY *Lactobacillus plantarum*; Dani Setiawan, 111710101081; 2015; 50 pages; Departemen of Agricultural Product Technology, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Jackfruit seeds are potential local food. Based on the chemical composition of the constituent, especially carbohydrates, jackfruit seeds has the potential to be processed into semi-finished materials in the form of flour. In the processing of jackfruit seeds into flour still have low functional properties. Ways to improve the properties of the flour fungsional namely fermentation. The aim of the study was to determine the characteristics of jackfruit seed flour fermented by *Lactobacillus plantarum* with long fermentation treatment.

This research was conducted two phases, namely the manufacture of starter *L. plantarum* and production of fermented jackfruit seed flour. The parameter observations were the degree of acidity / pH liquid fermentation, whiteness, total acid, gelatinization temperature, WHC, OHC, identification of functional groups by FTIR, gelatinizes flour with RVA profile, microbial growth with TPC, and the identification of compounds rafinosa by HPLC.

This study uses a design completely randomized design (CRD) with one factor and three replications. Factors used is long fermentation 8 hours, 16 hours, 24 hours, and 32 hours the fermentation of 0 hours as a control. The combination treatment was repeated 3 times.

The results showed that treatment with jackfruit seed flour fermentation has different characteristics. Characteristics of jackfruit seeds fermented liquid for pH value and each BAL population is 4.7 to 5.0 dan $3,63 \times 10^6 - 9,70 \times 10^8$ cfu / ml. Characteristics of jackfruit seed flour during fermentation by *L. plantarum* for white 87.8 to 90 degrees, WHC 1.79 to 2.19%, from 1.59 to 1.83% OHC, gelatinization temperature 65-71oC, total acid 0,1751-0,272%, gelatinization

profile to the value of PV from 1757 to 2340 cP, MV 1071 to 1590 cP, BD 686-750 cP, FV 1394 to 2412 cP, SB 323-822 cP, PT 88 to 88.90 ° C, peak time 5.13 to 5.40 minutes, the functional group, absorption band at 3300-3500 cm⁻¹, 2900 cm⁻¹, 1500-1800 cm⁻¹, and 1000 to 1200 cm⁻¹ and total raffinose ranged from 281,57 to 168,94 ug/g.



PRAKATA

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi yang “Karakterisasi Tepung Biji Nangka (*Artocarpus Heterophyllus* Lamk.) Hasil Fermentasi oleh *Lactobacillus plantarum*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Selama dalam menyusun skripsi ini, tidak jarang penulis mengalami kesulitan, kekalutan serta kekecewaan, namun puji syukur kepada Allah SWT, karena banyak bantuan yang tidak ternilai dari berbagai pihak baik moral maupun spiritual, fasilitas maupun bimbingan. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Dr. Yuli Witono, S.TP, MP., selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
2. Ir. Giyarto M.Sc, selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
3. Dr. Ir. Jayus, selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah membimbing selama penulisan skripsi;
4. Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App.Sc, selaku penguji utama yang meluangkan waktu untuk menguji dan memberikan saran serta arahan yang bermanfaat;
5. Miftahul Choiron, S.TP, M.Sc., selaku dosen penguji anggota yang meluangkan waktu untuk menguji dan memberikan saran serta arahan yang bermanfaat;
6. Ir. Giyarto, M.Sc, selaku Dosen Pembimbing Akademik (DPA) yang telah meluangkan waktu dalam memberikan arahan dan motivasi selama kuliah;
7. Ayah Tukimun, ibu Sugimah, kaka Ikwanto, dan adik Dewi Wahyuni, yang telah memberikan segala dukungan motivasi serta do'a yang tiada henti sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan;
8. Teknisi dan seluruh teman-teman seperjuangan di laboratorium mikrobiologi pangan, rekayasa proses, serta kimia dan biokimia hasil

pertanian atas bantuan dan dukungan, semangat dan kerjasamanya hingga penelitian ini bias diselesaikan;

9. Bapak dan ibu dosen beserta segenap civitas akademik dilingkup Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember;
10. Teman-teman FTP 2011 “Keren” dan THP 2011 “Luar Biasa”, yang telah memberikan warna persaudaraan selama pendidikan;
11. Teman-teman UKM-KI KOSINUSTETA yang telah memberikan inspirasi dan motivasi;
12. Teman-teman UKM Penalaran dan Penelitian (PELITA), yang telah memberikan inspirasi dan motivasi;
13. Teman-teman Dewan Perwakilan Mahasiswa (DPM), yang telah memberikan motivasi dan inspirasi;
14. Teman-teman Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) FTP, yang telah memberikan motivasi dan inspirasi;
15. Saudara-saudaraku di Forum Silaturahmi Unit Kerohanian Islam (FSUKI), yang telah memberikan do’a, motivasi, dan inspirasi;
16. Saudara-saudaraku lingkaran cinta Ibnu Khaldun Mas Emu, Iwan Kusumo, Bintang Islami, Ahmad Haris, M.Ubaydillah, dan Imam, yang telah memberikan banyak inspirasi dalam diri serta motivasi;
17. Segenap pihak yang telah ikut andil dalam proses penyelesaian penelitian ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Dengan sepenuh hati penulis menyadari bahwa dalam penulisan ini terdapat banyak kekurangan dan ketidaksempurnaan. Oleh karena itu penulis selalu membuka diri terhadap kritik dan saran demi penyempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberi manfaat dan sumbangan ilmiah yang sebesar-besarnya bagi penulis dan pembaca.

Jember, 27 Juli 2015

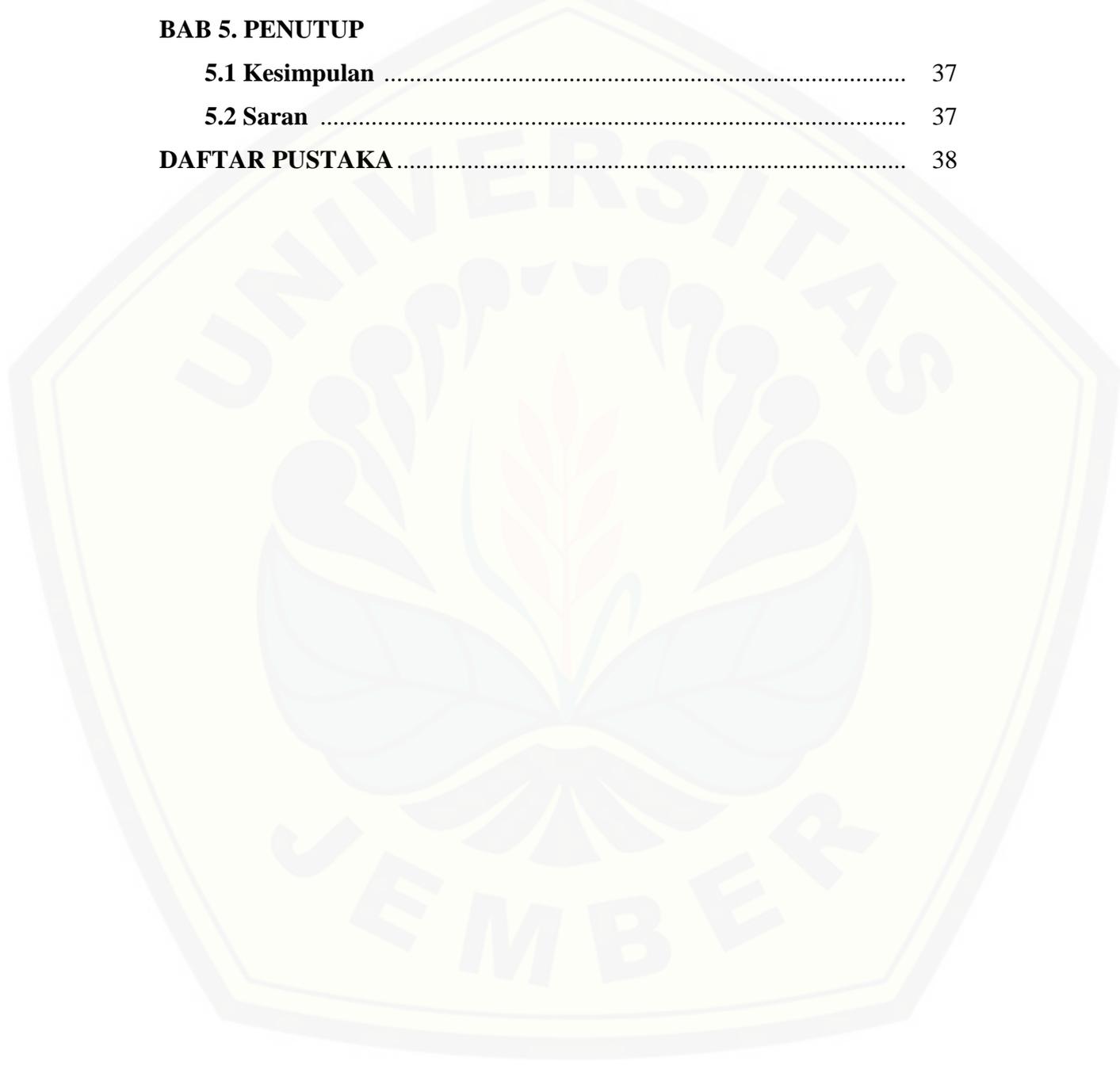
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Biji Nangka	4
2.2 Tepung	5
2.3 Tepung Biji Nangka.....	5
2.4 <i>Lactobacillus plantarum</i>	6
2.5 Amilosa dan Amilopektin.....	8
BAB 3. METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	10
3.2 Bahan dan Alat Penelitian.....	10
3.2.1 Bahan	10
3.2.2 Alat	10

3.3 Metodologi Penelitian	11
3.2.1 Rancangan Penelitian	11
3.2.2 Pelaksanaan Penelitian	11
3.4 Parameter Pengamatan	15
3.4.1 Derajat Keasaman/pH Cairan Fermentasi	15
3.4.2 Populasi Bakteri Asam Laktat (BAL)	15
3.4.3 Derajat Putih	15
3.4.4 Total Asam	15
3.4.5 Suhu Gelatinisasi	15
3.4.6 <i>Water Holding Capacity</i> (WHC).....	15
3.4.7 <i>Oil Holding Capacity</i> (OHC)	15
3.4.8 Identifikasi Gugus Fungsi.....	15
3.4.9 Profil Gelatinisasi Tepung Biji Nangka.....	15
3.4.10 Total Raffinosa Tepung Biji Nangka.....	15
3.5 Prosedur Analisis	15
3.6 Analisis Data	20
BAB 4. PEMBAHASAN	
4.1 Populasi BAL pada Cairan Fermentasi Biji Nangka	21
4.2 Nilai pH Cairan Fermentasi Biji Nangka <i>L. plantarum</i>	22
4.3 Derajat Putih (whiteness) Tepung Biji Nangka Terfermentasi oleh <i>L. plantarum</i>	23
4.4 <i>Water Holding Capacity</i> (WHC) Tepung Biji Nangka Terfermentasi oleh <i>L. plantarum</i>	24
4.5 <i>Oil Holding Capacity</i> (OHC) Tepung Biji Nangka Terfermentasi oleh <i>L. plantarum</i>	25
4.6 Suhu Gelatinisasi Tepung Biji Nangka Terfermentasi oleh <i>L. plantarum</i>	27
4.7 Total Asam Tepung Biji Nangka Terfermentasi oleh <i>L. plantarum</i>	28
4.8 Profil Gelatinisasi Tepung Biji Nangka Terfermentasi oleh <i>L. plantarum</i>	29

4.9 Identifikasi Gugus Fungsi Tepung Biji Nangka Terfermentasi oleh <i>L. plantarum</i> dengan FTIR	32
4.10 Identifikasi Rafinosa pada Tepung Biji Nangka Terfermentasi oleh <i>L. Plantarum</i> dengan HPLC	34
BAB 5. PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 <i>Lactobacillus plantarum</i>	7
2.2 Struktur Amilosa	9
2.3 Struktur Amilopektin	9
3.1 Diagram Alir Pembuatan Starter <i>L. plantarum</i>	13
3.2 Diagram Alir Produksi Tepung Biji Nangka Terfermentasi.....	14
3.3 Pengaturan Suhu pada RVA	18
4.1 Nilai pH Cairan Fermentasi Biji Nangka segar dan mengalami <i>Blanching</i> oleh <i>L. plantarum</i> selama Fermentasi.....	22
4.2 Nilai Derajat Putih Tepung Biji Nangka Segar dan mengalami <i>Blanching</i> oleh <i>L. plantarum</i> selama Fermentasi.....	23
4.3 Nilai WHC Tepung Biji Nangka Segar dan mengalami <i>Blanching</i> oleh <i>L. plantarum</i> selama Fermentasi	25
4.4 Nilai OHC Tepung Biji Nangka Segar dan mengalami <i>Blanching</i> oleh <i>L. plantarum</i> selama Fermentasi	26
4.5 Nilai Suhu Gelatinisasi Tepung Biji Nangka Segar dan mengalami <i>Blanching</i> oleh <i>L. plantarum</i> selama Fermentasi.....	27
4.6 Nilai Total Asam Tepung Biji Nangka Segar dan mengalami <i>Blanching</i> oleh <i>L. plantarum</i> selama Fermentasi.....	28
4.7 Spektra Infra Merah Tepung Biji Nangka.....	33
4.8 Kromatogram kadar rafinosa (a) tepung biji nangka segar; (b) tepung biji nangka segar yang difermentasi 24 jam; (c) tepung biji nangka segar yang difermentasi 32 jam.....	35

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Perbandingan Kandungan Biji Nangka per 100 g.....	4
2.2 Komposisi Kimia tepung dan Pati Biji Nangka per 100 g.....	6
2.3 Sifat Fisiko-kimia Tepung dan Pati Biji Nangka	6
3.1 Rancangan Penelitian	11
4.1 Hasil Perhitungan Jumlah Populasi BAL selama Fermentasi.....	21
4.2 Profil Gelatinisasi Tepung Biji Nangka Terfermentasi oleh <i>L. plantarum</i>	30
4.3 Hasil Analisis Rafinosa Tepung Biji Nangka Segar dan Blanching selama Fermentasi Menggunakan <i>L. plantarum</i>	36

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A.1 Populasi Bakteri Asam Laktat (BAL) pada Cairan Fermentasi	47
A.2 Nilai pH Cairan Fermentasi Biji Nangka oleh <i>L. plantarum</i>	49
A.3 Derajat Putih Tepung Biji Nangka Terfermentasi.....	49
A.4 WHC Tepung Biji Nangka Terfermentasi	49
A.5 OHC Tepung Biji Nangka Terfermentasi	49
A.6 Suhu Gelatinisasi Tepung Biji Nangka Terfermentasi.....	50
A.7 Total Asam Tepung Biji Nangka Terfermentasi	50

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Terigu di Indonesia telah menjadi bahan baku utama pada olahan pangan. Terigu banyak digunakan untuk pengolahan produk mi, biskuit, dan bakery. Berdasarkan Survey Social Ekonomi Nasional rata-rata konsumsi terigu per kapita pada tahun 2013 meningkat yaitu 1,251 kg/kapita dibandingkan dengan 2012 sebesar 1,199 kg/kapita. Tingginya konsumsi terigu seharusnya disertai dengan peningkatan ketersediaannya. Secara agronomis Indonesia tidak bisa memenuhi kebutuhan terigu secara mandiri, sehingga harus mengimpor gandum. Apabila aktivitas impor gandum terus meningkat maka akan mengakibatkan penurunan devisa negara. Oleh karena itu diperlukan upaya diversifikasi pangan guna mengurangi impor gandum sebagai bahan substitusi.

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengurangi impor gandum yaitu pemanfaatan bahan pangan lokal. Salah satu bahan pangan lokal potensial yang ada di Indonesia yaitu biji nangka. Nangka (*Artocarpus heterophyllus*) menghasilkan buah dengan kandungan biji antara 100 hingga 500 butir atau sekitar 8-15% dari berat buah (Mukprasirt dan Sujjaanantakul, 2004). Menurut BPS (2012), produksi buah nangka di Indonesia mencapai 720.208 ton. Dari produksi buah nangka tersebut maka biji nangka yang dihasilkan mencapai 57.600 sampai 108.000 ton. Tetapi selama ini biji nangka hanya terbuang begitu saja. Anneahira (2010), menyatakan bahwa biji nangka diketahui banyak mengandung karbohidrat, protein, dan mineral (kalsium dan fosfor) yang tidak kalah dengan nutrisi buahnya. Potensi biji nangka tersebut di atas mendorong pemanfaatan biji nangka dalam berbagai produk olahan. Pemanfaatan biji nangka selama ini masih terbatas sebagai hidangan sampingan. Biasanya masyarakat mengolah biji nangka hanya direbus, dibakar, disangrai, dan digoreng, sehingga kurang bernilai ekonomi. Berdasarkan komposisi kimia penyusunnya, terutama karbohidrat, biji nangka memiliki potensi diolah menjadi bahan setengah jadi berupa tepung. Pengolahan biji nangka menjadi tepung ini akan meningkatkan nilai ekonomi dari

biji nangka. Namun pengolahan biji nangka menjadi tepung masih memiliki kekurangan. Kekurangan tersebut diantaranya sifat fungsional tepung yang rendah.

Pengolahan tepung biji nangka yang dapat meningkatkan sifat fungsional tepung adalah fermentasi. Dalam fermentasi, faktor lama fermentasi akan menentukan karakteristik produk yang dihasilkan. Peningkatan lama fermentasi akan meningkatkan pemecahan senyawa kompleks dalam bahan. Fermentasi bahan pangan dapat dilakukan secara spontan maupun secara terkendali. Fermentasi spontan terjadi dengan memanfaatkan mikroba liar atau pencemar, sedangkan fermentasi terkendali dapat menggunakan mikroba tertentu sebagai inokulum. Kelompok mikroba yang banyak digunakan dalam fermentasi bahan pangan antara lain kelompok bakteri asam laktat. Menurut Lee *et al.*, (2012), menyatakan bahwa BAL dapat memfermentasi berbagai jenis karbohidrat termasuk rafinosa dan stakiosa sebagai oligosakarida yang banyak terdapat pada tumbuhan, terutama pada biji-bijian. Bakteri asam laktat yang dapat dimanfaatkan sebagai inokulum yaitu *L. plantarum*. Menurut Surono (2004), *L. plantarum* merupakan BAL yang mampu tumbuh pada produk non susu. *L. plantarum* dalam fermentasi digunakan untuk memperbaiki nutrisi dan fungsional bahan seperti biji-bijian (Gobbeti *et al.*, 2005), ubi jalar, ubi kayu (Panda, 2008), dan *rye bread* (Tafti, 2013). Selain itu *L. plantarum* lebih mudah beradaptasi dan dapat memfermentasi berbagai jenis karbohidrat, dan bersifat non patogen (Quatravaux *et al.*, 2006). Namun selama ini belum ada penelitian pembuatan tepung biji nangka yang difermentasi oleh *L. plantarum*, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui karakteristik dari tepung biji nangka yang dihasilkan.

1.2 Perumusan Masalah

Pemanfaatan biji nangka menjadi tepung masih memiliki kekurangan. Kekurangan tersebut berupa sifat fungsional tepung yang rendah. Salah satu cara yang dapat meningkatkan sifat fungsional tepung yaitu fermentasi, sehingga tepung yang dihasilkan memiliki karakteristik yang lebih baik. Bakteri yang digunakan yaitu jenis Bakteri Asam Laktat (BAL) jenis *L. plantarum*.

Peningkatan lama fermentasi akan meningkatkan pemecahan senyawa kompleks dalam bahan, sehingga perlu diketahui pengaruh fermentasi menggunakan *L. plantarum* terhadap tepung biji nangka yang dihasilkan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakterisasi tepung biji nangka yang difermentasi oleh *L. plantarum* dengan perlakuan lama fermentasi.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menanggulangi masalah limbah biji nangka yang selama ini belum maksimal dimanfaatkan, sehingga dapat menjaga kelestarian lingkungan.
2. Meningkatkan nilai ekonomis biji nangka.
3. Dapat digunakan sebagai substitusi dalam pembuatan mie basah, roti dan lain-lain.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biji Nangka

Biji nangka biasanya disebut dengan beton (Jawa) banyak mengandung zat pati dan zat-zat lain yang berguna. Kandungan patinya lebih baik dari umbi rambat, talas, uwi dan sebagainya (Daud, 1991). Menurut Irwansyah (2010), menyatakan bahwa biji nangka mengandung 83,73% amilopektin dan 16,23% amilosa. Perbandingan kandungan biji nangka dengan gandum, beras giling, jagung segar, dan singkong dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbandingan kandungan biji nangka per 100 g

Komposisi	Bij nangka	Gandum	Beras giling	Jagung segar	Singkong
Kalori (kal)	165,0	249,0	360,0	140,0	146,0
Protein (g)	4,2	7,9	6,8	4,7	1,2
Lemak (g)	0,1	1,5	0,7	1,3	0,3
Karbohidrat (g)	36,7	49,7	78,9	33,1	34,7
Kalsium (mg)	33,0	20,0	6,0	6,0	33,0
Besi (mg)	1,0	6,3	0,8	0,7	0,7
Fosfor (mg)	200,0	140	140,0	118,0	40,0
Air (%)	56,7	40,0	13,0	60,0	62,5

Sumber : Direktorat Gizi Departemen Kesehatan Indonesia (2009)

Tingginya kandungan gizi dalam biji nangka tersebut mendorong pemanfaatannya dalam berbagai olahan. Namun selama ini pemanfaatan biji nangka hanya sebatas hidangan ringan yang pengolahannya hanya sederhana. Pada umumnya biji nangka hanya dimanfaatkan dalam bentuk biji nangka bakar, rebus, dan goreng (Widyastuti, 1993).

Berdasarkan komposisi kimia penyusunnya, terutama karbohidrat, biji nangka memiliki potensi diolah menjadi bahan setengah jadi berupa tepung. Pengolahan lebih lanjut ini akan meningkatkan nilai ekonomi dari biji nangka. Biji nangka mempunyai 3 lapisan kulit, yaitu lapisan pertama berupa kulit berwarna kuning, agak lunak dan biasanya langsung dilepas ketika biji dikeluarkan dari daging buahnya. Lapisan kedua berupa kulit yang liat dan

berwarna putih setelah kering. Lapisan yang ketiga berupa kulit ari yang berwarna coklat dan melekat pada daging biji.

2.2 Tepung

Tepung merupakan salah satu bentuk alternatif produk setengah jadi yang dianjurkan, karena lebih tahan disimpan, mudah dicampur (dibuat komposit), ditambah zat gizi (difortifikasi), dibentuk, dan lebih cepat dimasak sesuai tuntutan kehidupan modern yang serba praktis (Winarno, 2000). Tepung biasanya berasal dari olahan bahan pangan hasil pertanian yang telah mengalami penggilingan. Pembuatan tepung secara garis besar dapat dilakukan dan dibuat dengan sederhana yang meliputi sortasi, perendaman, pengeringan, dan penepungan. Menurut Winarno (2004), menyatakan bahwa tepung merupakan produk yang memiliki kadar air rendah sehingga daya awetnya tinggi. Tepung biasanya digunakan sebagai bahan pembuatan pangan olahan misalnya *cake*, roti, mie dan lain sebagainya. Dengan banyaknya pemanfaatan tepung sebagai bahan pangan olahan maka kebutuhannya cukup tinggi, sehingga diperlukan keseimbangan dalam memproduksi tepung.

2.3 Tepung Biji Nangka

Tepung biji nangka merupakan hasil olahan dari biji nangka kering yang telah dilakukan penggilingan. Proses pembuatan tepung biji nangka dilakukan secara mudah yaitu sortasi, perebusan, perendaman, pengeringan, dan penepungan. Namun sebelum proses perebusan, biji nangka terlebih dahulu dicuci dengan air mengalir, dikupas dan dipotong. Selain pembuatan yang mudah, alat yang digunakan pada pembuatan tepung juga sederhana. Menurut Arna Diah (2011), pembuatan tepung biji nangka meliputi pencucian, perebusan selama 30 menit kemudian dilakukan pengupasan kulit arinya, pengirisan dan kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60-100°C selama 4 jam untuk menurunkan kadar air dan dilakukan penggilingan.

Tepung biji nangka dapat diaplikasikan dalam berbagai bentuk olahan pangan. Beberapa penelitian telah dilakukan dalam pemanfaatan tepung biji

angka dalam berbagai bentuk olahan salah satunya penelitian dari Yunarni (2012), tentang bakso ikan dengan tepung biji nangka. Tepung biji nangka juga dapat diaplikasikan dalam pembuatan mie kering dan dodol. Komposisi kimia tepung dan pati biji nangka dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Komposisi kimia tepung dan pati biji nangka per 100 g

Komposisi (%)	Tepung biji nangka		Pati biji nangka
	Giling kering	Giling basah	
Kadar air	8,57	6,34	9,94
Protein	9,51	11,83	0,81
Lemak	1,94	2,19	0,90
Kadar abu	3,21	3,74	0,17
Amilosa	39,23	36,67	52,53
pH	6,69	6,81	6,55

Sumber : Mukprasirt dan Sajjaanantakul (2003)

Menurut T. Menaka (2011), tepung biji nangka dan pati berpotensi digunakan untuk formulasi makanan karena terdapat amilosa dan karbohidrat. Selain itu juga suhu gelatinisasi yang dibutuhkan cukup rendah. Sifat fisiko-kimia dari tepung dan pati biji nangka dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Sifat fisiko-kimia tepung dan pati biji nangka

Parameter	Tepung	Pati
Suhu gelatinisasi	65-70 °C	65-70°C
pH	6,78	6,51
Viskositas		
10 % std	13000 cps	9600 cps
10% sample	13000 cps	5400 cps
Swelling index (g/g)	5,96	8,03

Sumber: T. Menaka (2011)

2.4 *Lactobacillus plantarum*

L. plantarum adalah bakteri asam laktat dari famili Lactobacillaceae dan genus Lactobacillus. Menurut Holt (2000), klasifikasi bakteri *L. plantarum* sebagai berikut:

Kingdom	: Bakteria
Divisi	: Firmicutes
Kelas	: Bacili
Ordo	: Lactobacillales
Famili	: Lactobacillaceae
Genus	: Lactobacillus
Spesies	: <i>Lactobacillus plantarum</i>

Menurut Ernawati (2010), menyatakan bahwa *L. plantarum* berpotensi untuk mensintesis laktosa menjadi asam laktat. Tidak hanya laktosa, *L. plantarum* juga dapat memfermentasi bentuk gula yang lain misalnya sukrosa, glukosa, fruktosa, rafinosa, xylosa, dan maltosa. Pada uji karakteristik bakteri ini tidak bergerak (nonmotil) dan menunjukkan hasil positif pada uji proteolitik dan uji amilolitik. *L. plantarum* menunjukkan hasil negative pada uji lipolitik, sedangkan pada uji indol bakteri ini menunjukkan hasil yang negatif. Bentuk *L. plantarum* dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 *Lactobacillus plantarum*

Menurut Elida (2002) dalam Hanum (2010), menyatakan bahwa *L. plantarum* tergolong bakteri asam laktat homofermentatif yang tumbuh pada pH

3,0-4,6, dengan ciri-ciri sel berbentuk batang pendek (0,5-1,5 s/d 1,0-10 μm), warna koloni putih susu sampai abu-abu, serta mempunyai viabilitas tinggi untuk digunakan sebagai starter. *L. plantarum* mampu merombak senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana dengan hasil akhirnya yaitu asam laktat. Menurut Buckle *et al.* (1978), asam laktat dapat menghasilkan pH yang rendah pada substrat sehingga menimbulkan suasana asam.

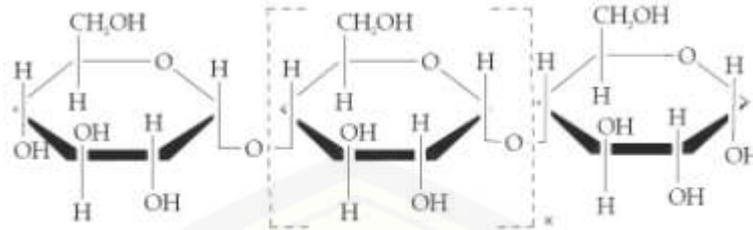
L. plantarum merupakan salah satu jenis BAL homofermentatif dengan temperature optimal lebih rendah dari 37°C. bakteri ini memiliki sifat katalase negatif, aerob atau fakultatif anaerob, cepat mencerna protein, tidak mereduksi nitrat, toleran terhadap asam, dan mampu memproduksi asam laktat. *L. plantarum* termasuk golongan mesofil yaitu bakteri yang tumbuh pada suhu 25-45 °C (Ernawati, 2010). *L. plantarum* dapat menghasilkan enzim α -Galaktosidase dengan aktivitas 4,11 U/ml.

2.5 Amilosa dan Amilopektin

2.5.1 Amilosa

Amilosa merupakan salah satu komponen pati yang memiliki kemampuan untuk membentuk ikatan hidrogen atau mengalami retrogradasi. Amilosa yang semakin tinggi pada pati akan membatasi pengembangan granula dan mempertahankan integritas granula serta semakin kuat ikatan intramolekulnya. Viskositas pasta amilosa memiliki hubungan linear dengan konsentrasi. Amilosa dengan selang konsentrasi 0-0,6%, peningkatan konsentrasi amilosa akan meningkatkan viskositasnya (Ulyatri, 1997).

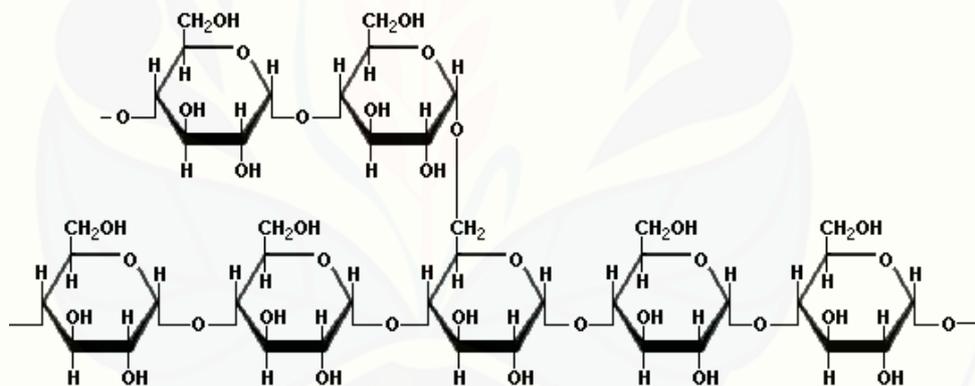
Amilosa memiliki sifat yang penting yaitu mudah keluar dari granula dan memiliki kemampuan untuk mudah berasosiasi dengan sesamanya. Amilosa mampu membentuk film dan serat (*fiber*) dengan kekuatan mekanik yang tinggi sehingga memungkinkan untuk dipergunakan sebagai pelapis makanan yang transparan sekaligus dapat dimakan (Ulyatri, 1997). Struktur amilosa dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Struktur amilosa

2.5.2 Amilopektin

Amilopektin merupakan komponen pati yang membentuk kristalin granula pati. Amilopektin akan mengalami peningkatan viskositas pasta apabila konsentrasinya dinaikkan (0-3%). Akan tetapi hubungan ini tidak linier sehingga diperkirakan terjadi interaksi atau pengikatan secara acak di antara molekul-molekul cabang (Ulyatri, 1997). Struktur amilopektin dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Struktur amilopektin

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Pangan dan Hasil Pertanian, Laboratorium Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian, Laboratorium Rekayasa Proses Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Laboratorium Kimia Fakultas Farmasi, Laboratorium *Center for Development of Advanced Sciences and Technology* (CDAST) Universitas Jember, dan Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu Universitas Gajah Mada. Waktu penelitian dilaksanakan mulai bulan Maret sampai Juli 2015.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

3.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji nangka salak yang diperoleh dari pasar Tanjung Kabupaten Jember, kultur *L. plantarum* yang di isolasi dari agar tegak koleksi laboratorium mikrobiologi FTP-UGM, minyak sawit, susu skim, *Mann Rigorose Sharp* agar (MRSA-Merck), *Mann Rigorose Sharp Broth* (MRSB-Merck), gula halus, garam, alkohol 70%, NaOH 0,02 N, indikator PP, dan H₂O.

3.2.2 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi Ayakan *Tyler* 80 mesh BA-0725 (*Standard Sieve*), peralatan gelas, tabung reaksi, autoclave, batang ose, pH meter Jen Way tipe 3320 (Jerman), cawan petri, *blender* merek miyako, mikropipet, *blue tip*, *colour reader* merk Minolta (CR-10), *laminar air flow* merk Crume SA 9005-FL, Inkubator 37⁰C merk Heracus Instruments–tipe B-6200, *sentrifuge* Yenaco model YC-1180 dan tabungnya, neraca analitik merk Ohaus, *vortex* Maxi Max 1 Type 16700, erlenmeyer, pembakar bunsen, spatula kaca, spatula besi, *colony counter*, RVA (*Rapid Visco Analyzer*) merk Techmaster, dan lemari pendingin.

3.3 Metodologi Penelitian

3.3.1 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini adalah percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 1 perlakuan dan 3 kali ulangan. Penelitian ini dilakukan dengan memfermentasikan biji nangka dengan bakteri asam laktat jenis *L. plantarum* selama 8 jam, 16 jam, 24 jam, dan 32 jam dengan fermentasi 0 jam sebagai kontrol. Perlakuan tersebut diulang sebanyak 3 kali. Fermentasi dihentikan dengan perendaman menggunakan garam 10% (b/v) selama 15 menit. Biji nangka yang telah difermentasi dilakukan penepungan kemudian di analisis. Rancangan penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Rancangan penelitian

Jenis Biji Nangka	Waktu Fermentasi (jam)				
	0	8	16	24	32
Segar	A1B1	A1B2	A1B3	A1B4	A1B5

Keterangan:

A1B1 : Biji nangka segar, tidak difermentasi

A1B2 : Biji nangka segar, difermentasi 8 jam

A1B3 : Biji nangka segar, difermentasi 16 jam

A1B4 : Biji nangka segar, difermentasi 24 jam

A1B5 : Biji nangka segar, difermentasi 32 jam

3.3.2 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan memfermentasi biji nangka menggunakan *L. plantarum*. Penelitian meliputi 2 tahap yaitu pembuatan starter dan produksi tepung biji nangka terfermentasi.

a. Pembuatan starter *L. plantarum*

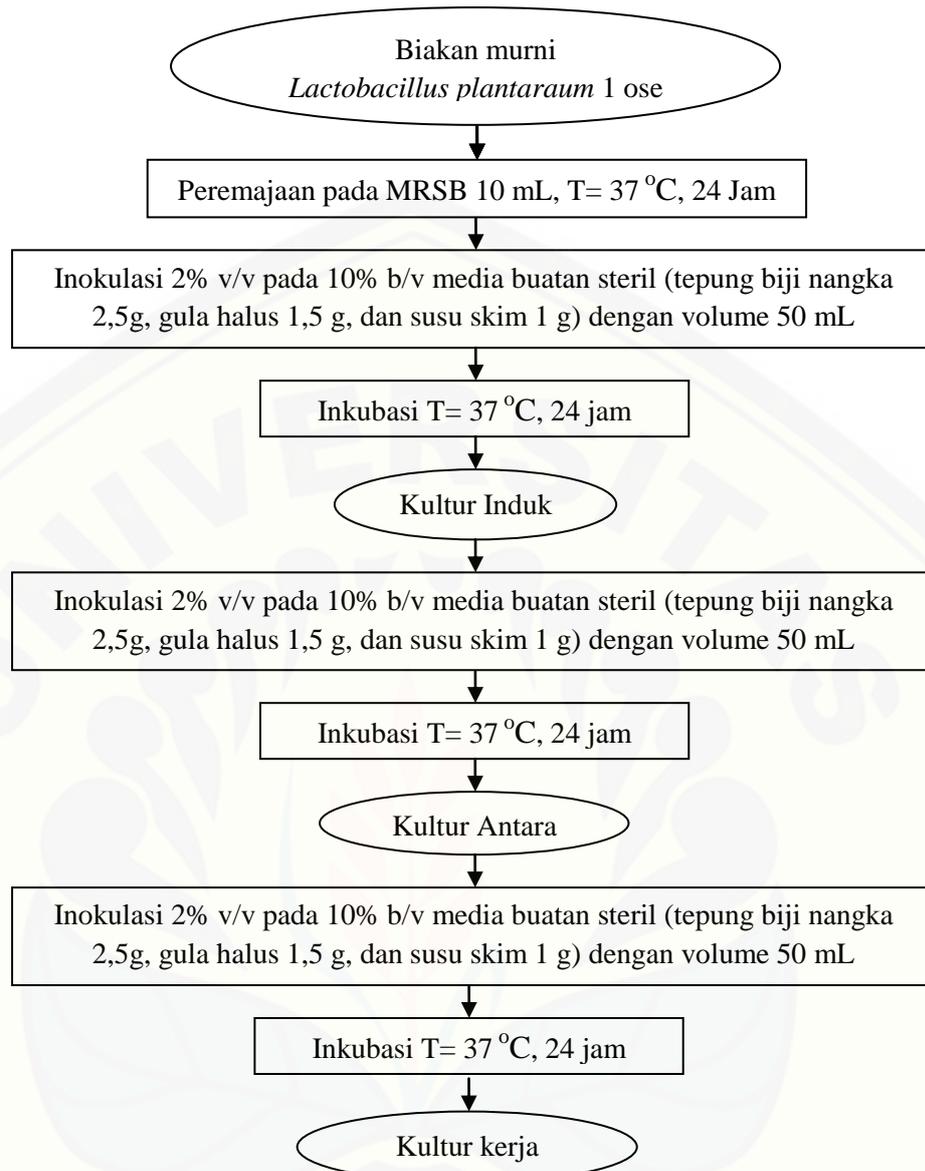
Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh kultur kerja yang akan digunakan pada pembuatan tepung biji nangka terfermentasi. Penyiapan kultur kerja diawali dengan peremajaan kultur *L. plantarum* pada media MRSB 10 mL

pada suhu 37 °C selama 24 jam. Kultur hasil peremajaan sebanyak 2% diinokulasikan pada 10% b/v larutan media steril yang terdiri dari tepung biji nangka 2,5 g, gula halus 1,5 g, dan susu skim 1 g dengan volume 50 mL. Selanjutnya diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam, sehingga didapatkan kultur induk. Dari kultur induk sebanyak 2% v/v diinokulasikan pada larutan media buatan steril untuk dijadikan kultur antara. Setelah itu dari kultur antara sebanyak 2% diinokulasikan kembali sebagai kultur kerja (Ouwehand, *et al.*, 2001 dengan modifikasi).

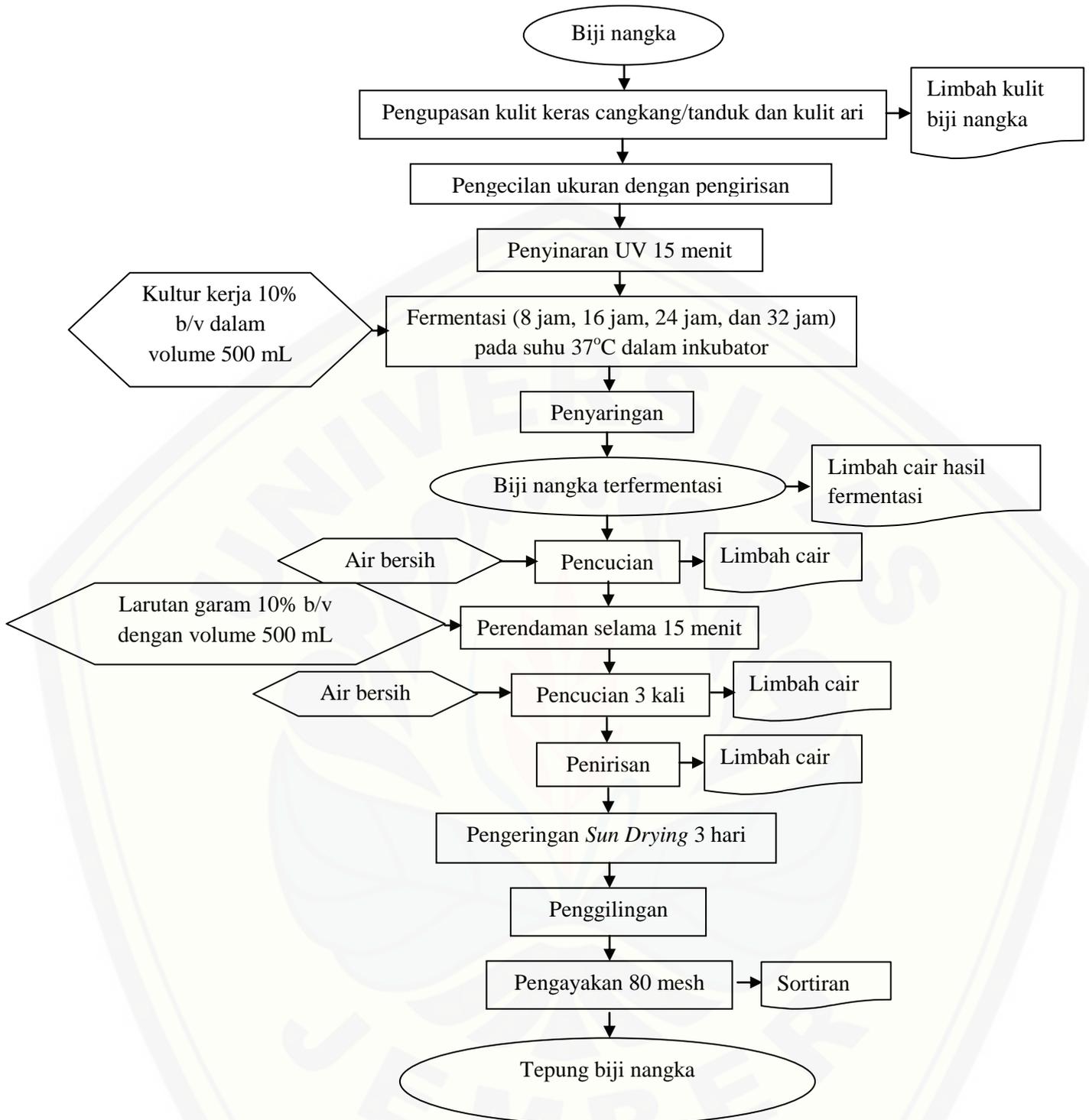
Kultur kerja yang memenuhi syarat untuk siap dijadikan starter yaitu memiliki populasi BAL $\geq 10^8$ cfu/ml, dan formula penentuan jumlah koloni yang siap digunakan dengan rentang jumlah koloni antara 25-250 cfu/ml (BAM, 2002). Diagram alir pembuatan kultur kerja dapat dilihat pada Gambar 3.1.

b. Produksi tepung biji nangka terfermentasi

Biji nangka yang memiliki kualitas baik dengan kondisi biji utuh, tidak tergores ataupun teriris, warna biji nangka yang putih jika dikupas dan masih segar. Biji nangka dilakukan sortasi dan dikupas kulit keras cangkang (tanduk) dan kulit arinya yang berwarna coklat. Biji nangka yang telah dikupas, diiris dengan tebal ± 2 cm berbentuk chips, dan direndam sebentar yang berguna agar bahan tidak mengalami pencoklatan. Chips biji nangka dilakukan penyinaran UV selama 15 menit. Setelah itu biji nangka dilakukan fermentasi secara terendam dengan penambahan kultur kerja sebanyak 10% v/v dalam 500 mL aquades steril selama 8, 16, 24, dan 32 jam. Setelah itu biji nangka hasil fermentasi dicuci menggunakan air bersih. Fermentasi dihentikan dengan merendam biji nangka hasil fermentasi menggunakan garam 10% selama 15 menit dengan volume 500 mL. Biji nangka yang telah direndam garam dicuci sebanyak 3 kali dan dilakukan pengeringan sinar matahari selama 3 hari. Biji nangka terfermentasi yang telah kering dilakukan penggilingan dengan blender dan diayak 80 mesh, sehingga dihasilkan tepung (Diah, 2011). Tepung yang diperoleh dianalisis. Diagram alir produksi tepung biji nangka terfermentasi dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.1. Diagram alir pembuatan starter *L. plantarum* (Ouweland, *et al.*, 2001).



Gambar 3.2. Diagram alir produksi tepung biji nangka terfermentasi (modifikasi Diah, 2011)

3.4. Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi pengujian terhadap sifat fisik dan kimia sebagai berikut :

1. Sifat Fisik
 - a. Derajat Keasaman/pH Cairan Fermentasi (AOAC, 2005)
 - b. Derajat Putih dengan *Colour reader* (Gaurav, 2003)
2. Sifat Fungsional Teknis
 - a. Suhu gelatinisasi (Radley, 1976)
 - b. *Water Holding Capacity* (WHC) (Fardiaz *et al.*, 1992)
 - c. *Oil Holding Capacity*(OHC) (Fardiaz *et al.*, 1992)
 - d. Identifikasi Gugus Fungsi dengan *Fourier Transform Infra Red Spectrophotometry* (FTIR)
 - e. Profil Gelatinisasi Tepung menggunakan RVA (*Rapid Visco Analyzer*) (RVA *manual book*, 1994)
3. Sifat Mikrobiologis
 - a. Analisis *Total Plate Count* (TPC) (Fardiaz, 1993)
4. Sifat Kimia
 - a. Analisis kandungan oligosakarida dengan *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC)
 - b. Total Asam pada Tepung metode titrasi (Ruck, 1963)

3.5 Prosedur Analisis

3.5.1 Sifat fisik

- a. Pengukuran Derajat Keasaman / pH (AOAC, 2005)

Pengukuran pH dilakukan dengan pH meter. Sampel cairan fermentasi diambil setelah perlakuan lama fermentasi (8, 16, 24, dan 32 jam). Sampel yang berbentuk cairan diambil sekitar 50 mL lalu diaduk hingga rata kemudian diukur pHnya. Alat pH meter yang telah dinyalakan dan distabilkan, dimana sebelumnya distandarisasi dengan menggunakan larutan buffer pH 4 dan pH 7. Elektroda dibilas dan dikeringkan dengan tissue kemudian dicelupkan dalam sampel. pH

sampel langsung dapat diketahui dengan membaca angka yang ditunjukkan oleh alat tersebut.

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

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

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

$$L = 94,35 + dL$$

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

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

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

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

b* = nilai berkisar antara -50 – (+70) (warna biru hingga kuning)

W = derajat putih.

3.5.2 Sifat Fungsional Teknis

a. Suhu gelatinisasi (Radley, 1976)

Suspensi pati 10% (b/v) dipanaskan pada penangas air sambil dilakukan pengadukan. Pengukuran suhu gelatinisasi menggunakan termometer, diawali pada suhu 50 °C sampai dengan seluruh granula pati tergelatinisasi.

b. *Water Holding Capacity* (WHC) (Fardiaz *et al.*, 1992)

Tabung sentrifuse yang kosong dan kering ditimbang (a gram). Pengukuran WHC dilakukan dengan memasukkan 0,05 gram sampel (b gram) ke dalam tabung lalu ditambahkan aquades 7 kali berat bahan (3,5 ml) sampai sampel

terndam. Homogenizer selama 3 menit pada kecepatan sedang. Proses dilanjutkan dengan pengendapan dengan menggunakan sentrifuse selama 10 menit dengan kecepatan 6000 rpm. Bagian supernatannya dituang, kemudian endapan yang tertinggal beserta tabung ditimbang (c gram). Selanjutnya dilakukan perhitungan WHC dengan rumus:

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

Keterangan :
a = berat tabung kosong
b = berat sampel
c = berat air yang terakumulasi dalam sampel

c. *Oil Holding Capacity* (OHC) (Fardiaz *et al.*, 1992)

Tabung sentrifuse yang kosong dan kering ditimbang (a gram). Pengukuran OHC dilakukan dengan memasukkan 0,5 gram sampel (b gram) ke dalam tabung lalu ditambahkan minyak sebanyak 7 kali berat bahan (3,5 ml). Homogenizer selama 3 menit pada kecepatan sedang. Proses dilanjutkan dengan pengendapan dengan menggunakan sentrifuse selama 10 menit dengan kecepatan 6000 rpm. Bagian supernatannya dituang, kemudian endapan yang tertinggal beserta tabung ditimbang (c gram). Selanjutnya dilakukan perhitungan WHC dengan rumus :

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

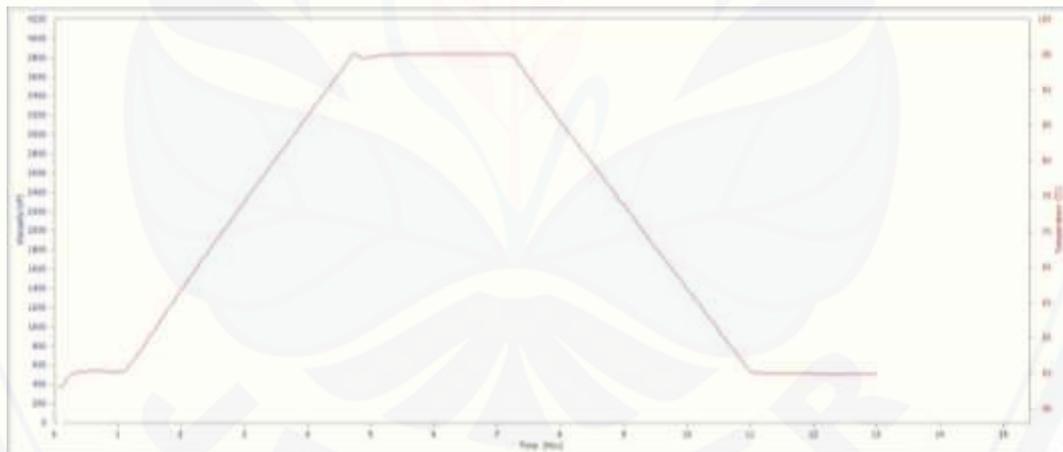
Keterangan :
a = berat tabung kosong
b = berat sampel
c = berat minyak yang terakumulasi dalam sampel

d. Identifikasi Gugus Fungsi dengan FTIR

Sampel yang berupa tepung ditempatkan ke dalam *set holder*. Kemudian dicari spektrum yang sesuai. Hasilnya didapat berupa difraktogram hubungan antara bilangan gelombang dengan intensitas. Spektrum FTIR direkam menggunakan spectrometer pada suhu ruang.

e. Profil Gelatinisasi Tepung (RVA *manual book*, 1994)

Sebanyak 3 g tepung dilarutkan pada 25 mL aquades dan diaduk hingga homogen. Selanjutnya sampel dimasukkan kedalam RVA. Setelah proses pada RVA selesai, kurva amilografi dari sampel akan uncul dilayar monitor. Pada kurva amilografi yang muncul dilayar monitor, dapat diketahui nilai *pasting temperature* (PT), *peak viscosity* (PV), *minimum viscosity* (MV), *final viscosity* (FV), dan *time to peak* (Ptime). Pengukuran profil gelatinisasi dengan RVA menggunakan rentang suhu 50-95°C, kecepatan pengadukan 160 rpm selama 13 menit. Proses analisis menggunakan RVA yaitu pada menit ke-0 suhu yang diberikan pada sampel 50 °C dengan kecepatan putar 960 rpm selama 10 detik. Selanjutnya kecepatan putar diturunkan menjadi 160 rpm hingga akhir proses. Pada waktu 4 menit 42 detik suhu dinaikan menjadi 95 °C hingga menit ke-11. Kemudian suhu diturunkan kembali menjadi 50 °C selama 2 menit. pengaturan suhu dan kecepatan putar ditetapkan dan disamakan pda semua sampel yang akan di analisis. Pengaturan suhu pada RVA dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Pengaturan suhu pada RVA

3.5.2 Sifat Mikrobiologis

Total Plate Count (TPC) (Fardiaz, 1993)

Total mikroba yang diamati yaitu bakteri asam laktat (BAL) Pengambilan sampel berupa supernatan fermentasi secara berturut-turut pada fermentasi jam ke- 0, 8, 16, 24, dan 32 dengan perlukan biji angka segar dan *blanching*.

Suspensi kultur bakteri dibuat dengan cara 5 ml supernatan hasil fermentasi biji nangka dimasukkan dalam sebuah Erlenmeyer 100 ml berisi 45 ml aquadest steril, lalu diaduk rata sampai homogen. Selanjutnya dari suspensi kultur tersebut diambil 1 ml dan diencerkan dalam tabung reaksi berisi 9 ml aquadest steril untuk pengenceran 10^{-2} , diaduk sampai homogen dan pengenceran dilanjutkan sampai 10^{-7} .

Sampel suspensi supernatan fermentasi biji nangka dari masing-masing pengenceran (10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} , dan seterusnya) diambil 1 ml dan dimasukkan kedalam cawan petri steril, kemudian dituang agar kedalamnya (*pour-plate method*). Media yang digunakan berupa MRS Agar 1% CaCO_3 sebagai media pertumbuhan bakteri asam laktat. Setelah agar memadat, cawan petri diinkubasi dalam kondisi anaerobik pada suhu 37°C selama 48 jam untuk isolasi bakteri asam laktat.

Setelah diinkubasi selama 24 – 48 jam, diamati media pertumbuhan BAL. Koloni yang berasal dari BAL akan memberikan area yang jernih disekitarnya. Total BAL yang dihitung hanya pada media MRS Agar 1% dan CaCO_3 dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Total Koloni(cfu/ml)} = \frac{\text{total mikroba pada cawan petri}}{\frac{1}{\text{pengenceran}}}$$

3.5.3 Sifat Kimia

a. Uji oligosakarida dengan Analisis *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC)

Timbang sampel ± 1 g kemudian dimasukkan dalam tabung reaksi 100 mL. setelah itu ditambahkan H_2O sebanyak 25 mL dan dipanaskan menggunakan waterbath pada suhu 70°C selama 60 menit. Setelah itu divortex dan disaring dengan kertas saring *millex* berukuran $0,45 \mu\text{m}$. Selanjutnya sampel diinjeksikan 20 μL ke HPLC. Kondisi HPLC gula sebagai berikut:

Kolom : Metacharb 87C
Eluent : H_2O
Flow : 0,6 mL/min

Suhu : 85°C

Detector : RID

b. Total Asam pada tepung secara titrasi (Ruck, 1963)

Penetapan kadar total asam dinyatakan sebagai asam laktat. Sebanyak 25 g contoh yang telah dihomogenkan diencerkan dengan aquades sampai volume 250 ml. Campuran contoh tersebut disaring menggunakan kertas saring. Selanjutnya sebanyak 25 ml filtrat di titrasi dengan NaOH 0,02 N standar dengan indikator fenolftalein (PP) 1% dalam alkohol 70 %. Titrasi dihentikan apabila telah terbentuk warna merah muda. Titrasi ini dilakukan triplo. Kadar total asam dapat ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar total asam (sebagai asam laktat)} = \frac{V \times N \times P \times B}{G \times 1000} \times 100\%$$

Keterangan : V = volume NaOH (ml)

N = normalitas NaOH

P = faktor pengenceran

B = bobot molekul misal sebagai asam laktat = 90.08

G = bobot contoh (g)

3.6 Analisis Data

Data hasil percobaan dianalisis dengan menggunakan metode deskriptif. Data hasil pengamatan ditampilkan dalam bentuk tabel, dan untuk mempermudah interpretasi data maka dibuat grafik atau histogram, dengan disertai standar deviasi.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Populasi BAL pada Cairan Fermentasi Biji Nangka

Populasi mikroba pada cairan fermentasi biji nangka segar selama fermentasi dengan *L. plantarum* dihitung pada 0, 8, 16, 24, dan 32 jam. Akan tetapi sebelumnya dilakukan uji penerimaan kultur kerja *L. plantarum* pada kultur kerja. Arief, *et al.*, (2000) menyatakan bahwa batasan minimal populasi BAL untuk dijadikan kultur kerja adalah $10^8 - 10^9$ cfu/ml. Hasil perhitungan jumlah populasi BAL pada kultur kerja sejumlah $1,03 \times 10^9$ cfu/ml. Dengan demikian media buatan sudah memenuhi syarat untuk dijadikan sebagai kultur kerja. Perhitungan populasi BAL pada cairan fermentasi biji nangka dilakukan pada 0, 8, 16, 24, dan 32 jam menggunakan perhitungan *Total Plate Count* (TPC). Berdasarkan hasil perhitungan TPC populasi BAL selama fermentasi dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Table 4.1 Hasil perhitungan jumlah populasi BAL selama fermentasi

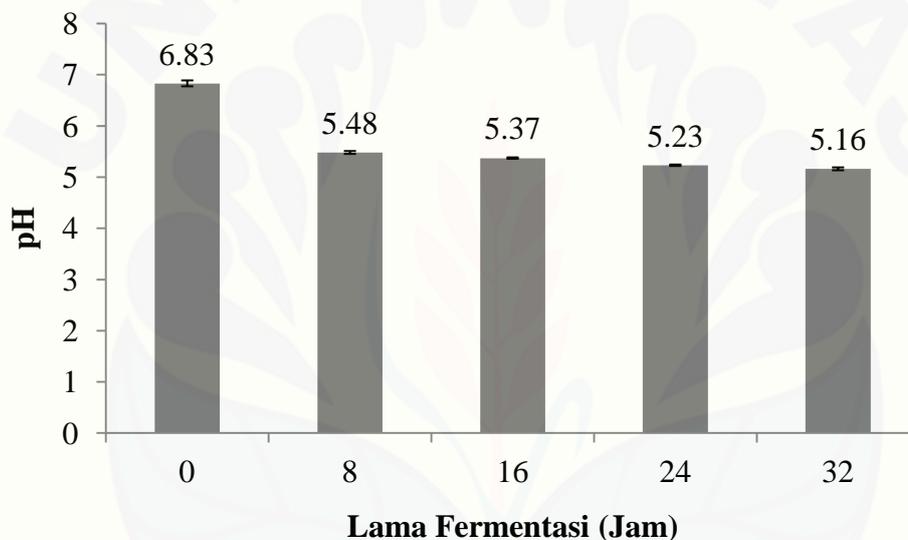
Lama Fermentasi(Jam)	Σ Koloni BAL (cfu/ml)
0	$(3,63 \pm 0,30) \times 10^6$
8	$(3,25 \pm 0,17) \times 10^7$
16	$(3,58 \pm 0,27) \times 10^7$
24	$(8,85 \pm 0,02) \times 10^8$
32	$(9,70 \pm 0,12) \times 10^8$

Tabel 4.1 menjelaskan bahwa semakin lama fermentasi maka jumlah koloni yang dihasilkan semakin meningkat. Peningkatan itu terjadi karena adanya pembelahan sel, sehingga mikroba bertambah banyak. Meningkatnya jumlah bakteri asam laktat selama fermentasi disebabkan pada sel-sel bakteri asam laktat akan tumbuh dan membelah diri sampai jumlah maksimum, sehingga menghasilkan asam laktat yang tinggi (Rustan, 2013). Menurut Buckle (1987),

selama proses fermentasi berlangsung, jumlah bakteri asam laktat meningkat yang diikuti dengan penurunan pH media fermentasi.

4.2 Nilai pH Cairan Fermentasi Biji Nangka oleh *L. plantarum*

Nilai pH atau derajat keasaman cairan fermentasi berkaitan erat dengan aktivitas mikrobia saat fermentasi. Menurut Rustan (2013), nilai pH menunjukkan konsentrasi ion H^+ yang berada dalam larutan. Jika nilai pH semakin rendah, maka semakin banyak ion H^+ yang berada dalam larutan. Nilai pH cairan fermentasi biji nangka oleh *L. plantarum* selama fermentasi dapat dilihat pada Gambar 4.1.



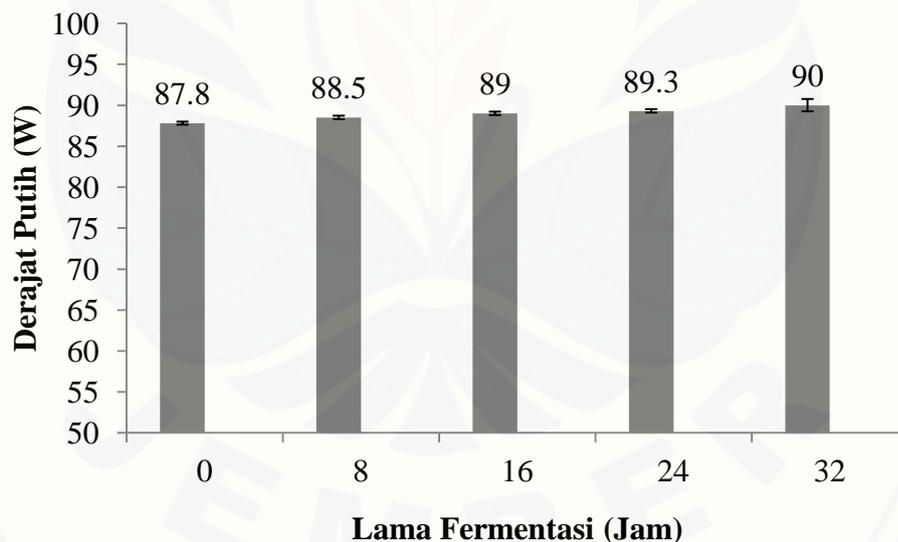
Gambar 4.1. Nilai pH cairan fermentasi biji nangka terfermentasi oleh *L. plantarum*

Hasil pengukuran dapat diketahui bahwa nilai pH tertinggi terdapat pada perlakuan tanpa fermentasi dan terendah pada fermentasi 32 jam. Gambar 4.1 menunjukkan bahwa pH semakin menurun seiring dengan fermentasi. Hal ini diduga adanya aktivitas *L. plantarum* yang menghasilkan metabolit yaitu asam laktat atau asam organik lainnya. Giraud, *et al.* (2002), melaporkan bahwa pH yang menurun diakibatkan beberapa jenis asam organik yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat diantaranya asam laktat dan asam asetat. *L. plantarum* selama fermentasi mampu menghasilkan asam-asam organik, sehingga kondisi media

menjadi lebih asam. Peningkatan jumlah populasi *L. plantarum* menyebabkan terjadinya penurunan pH selama fermentasi. Waktu inkubasi dapat meningkatkan populasi BAL yaitu $(3,63 \pm 0,03) \times 10^6$ menjadi $(9,70 \pm 0,12) \times 10^8$. Asam laktat yang dihasilkan oleh BAL akan terekskresikan keuar sel dan akan terakumulasi dalam media fermentasi, sehingga meningkatkan keasaman (Widowati dan Misgiyarta, 2002). Dengan bertambahnya waktu inkubasi, aktivitas *L. plantarum* semakin meningkat dan jumlah BAL semakin banyak, sehingga mengakibatkan pH cairan fermentasi menurun. Hal ini membuktikan terjadinya perubahan kimia pada komponen gula menjadi asam.

4.3 Derajat Putih (*whiteness*) Tepung Biji Nangka Terfermentasi oleh *L. plantarum*

Derajat putih (*whiteness*) merupakan salah satu faktor mutu penerimaan produk tepung, karena derajat putih akan menentukan tingkat kesukaan konsumen. Nilai derajat tepung biji nangka oleh *L. plantarum* selama fermentasi dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Nilai derajat putih tepung biji nangka terfermentasi oleh *L. plantarum*.

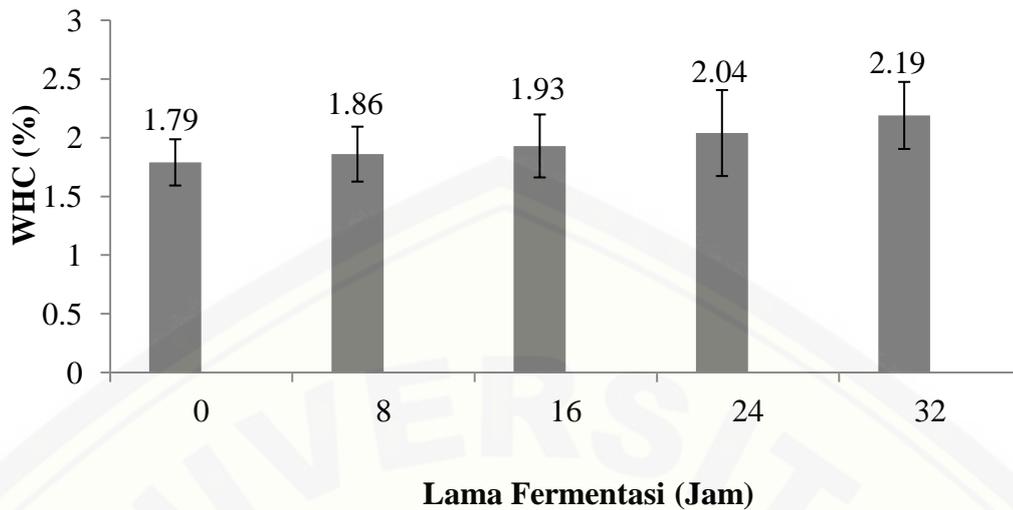
Hasil pengukuran dapat diketahui bahwa nilai derajat putih tertinggi terdapat pada perlakuan fermentasi selama 32 jam sebesar $90 \pm 0,75$. Gambar 4.2

menunjukkan bahwa lamanya fermentasi dapat meningkatkan nilai derajat putih. Kenaikan tingkat derajat putih dan penurunan derajat kuning tepung biji nangka disebabkan adanya degradasi pigmen warna kuning selama fermentasi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Porres, *et al.*, (2003) dan Winarno, (2004) yang menyatakan bahwa penambahan waktu fermentasi juga menyebabkan peningkatan degradasi senyawa fitat dan kadar abu berkurang, sehingga warna tepung menjadi lebih cerah.

Selain itu selama proses pembuatan tepung biji nangka terfermentasi dilakukan perendaman dengan larutan garam. Dimana perendaman biji nangka terfermentasi dengan larutan garam dapat menginaktifkan enzim untuk mencegah reaksi pencoklatan (Hudaida, 2004). Menurut Winarno (2004), perendaman dalam larutan garam mengakibatkan warna semakin mendekati putih. Hal ini disebabkan karena ion Na^+ dari garam berikatan dengan gugus OH^- fenol sehingga tidak terbentuk kuinon yang berwarna coklat.

4.4 Water Holding Capacity (WHC) Tepung Biji Nangka Terfermentasi oleh *L. plantarum*

Water Holding Capacity (WHC) menunjukkan kemampuan fisik dalam mengikat air melawan gravitasi (Avanza, 2012). Menurut Hidayat (2009) WHC atau yang sering dikenal dengan daya serap air tepung merupakan kapasitas hidrasi tepung yang menunjukkan persentase jumlah air yang dapat diserap oleh tepung setelah dibuat adonan kemudian disentrifuse. Nilai WHC tepung biji nangka fermentasi oleh *L. plantarum* dapat dilihat pada Gambar 4.3.



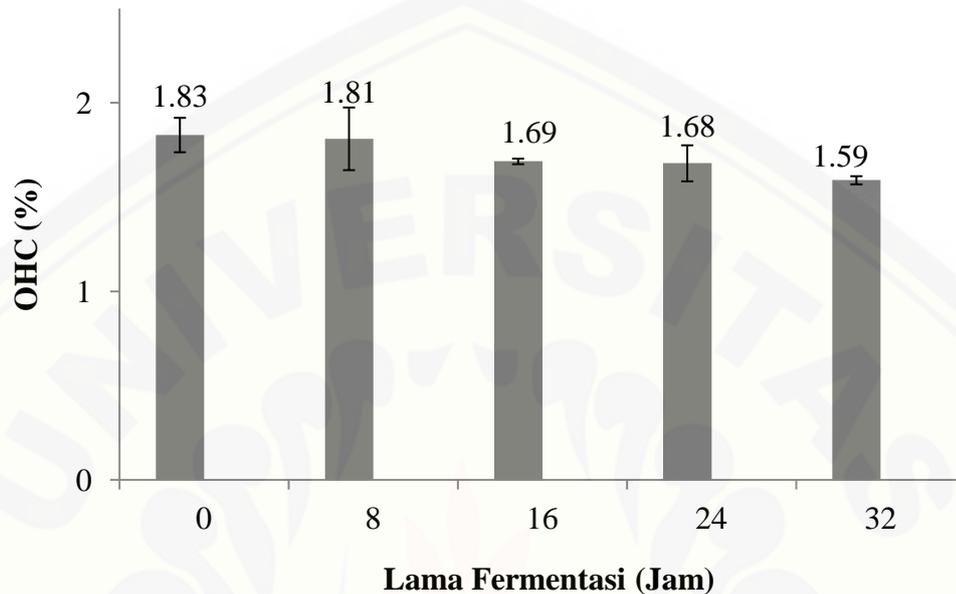
Gambar 4.3 Nilai WHC tepung biji nangka fermentasi oleh *L. plantarum*.

Gambar 4.3. menunjukkan bahwa perlakuan fermentasi dapat meningkatkan nilai WHC tepung biji nangka. Hal ini dipengaruhi oleh lamanya perendaman pada biji nangka. Perendaman inilah yang akan berpengaruh terhadap sifat penyerapan dan pengikatan komponen dalam sel terhadap air (Moses *et al.*, 2012). Menurut Gujska (1991), perendaman yang semakin lama akan menyebabkan granula pati mengalami pembengkakan. Pada granula pati yang membengkak lebih mudah mengalami gelatinisasi. Nilai WHC dipengaruhi oleh adanya denaturasi protein, gelatinisasi pati, dan pembengkakan serat kasar yang terjadi selama pembuatan tepung biji nangka. Selain itu juga dipengaruhi oleh kandungan amilosa tepung biji nangka terfermentasi. Menurut Loebis (2012), fermentasi dapat meningkatkan nilai amilosa karena pada saat fermentasi menyebabkan terbukanya struktur amilopektin pada pati, sehingga terjadi peningkatan kandungan amilosa. Semakin tinggi nilai amilosa akan semakin tinggi pula penyerapan air bahan (Anindyasari, 2012).

4.5 Oil Holding Capacity (OHC) Tepung Biji Nangka Terfermentasi oleh *L. plantarum*

Oil Holding Capacity (OHC) pada tepung sangat potensial digunakan untuk aplikasi pangan, khususnya dalam menyimpan rasa, dan memperpanjang

umur simpan produk dengan mereduksi kehilangan air dan minyak (Chel-Guerrero, *et al.*, 2002). Nilai OHC tepung biji nangka fermentasi oleh *L. plantarum* dapat dilihat pada Gambar 4.4.



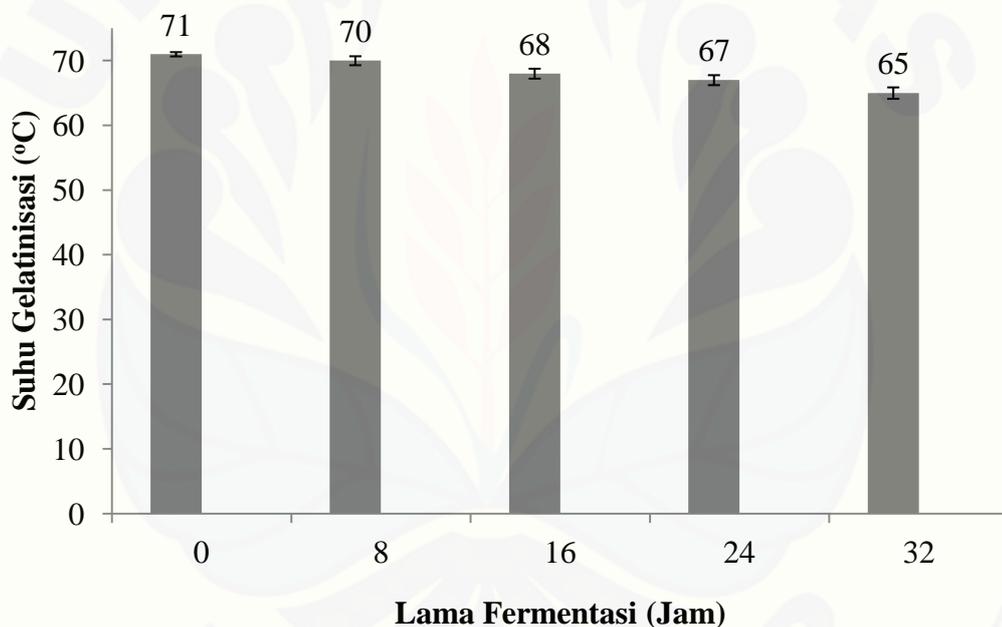
Gambar 4.4 Nilai OHC tepung biji nangka terfermentasi oleh *L. plantarum*.

Nilai OHC tertinggi terdapat pada perlakuan biji segar tanpa fermentasi sebesar 1,83%. Gambar 4.4 menunjukkan bahwa perlakuan fermentasi dapat menurunkan nilai OHC tepung biji nangka. Daya serap minyak dipengaruhi oleh adanya protein pada permukaan granula pati. Protein ini dapat membentuk kompleks dengan pati, dimana kompleks pati-protein ini dapat memberikan tempat bagi terikatnya minyak (Alsuhehri, 2010). Nilai OHC tepung biji nangka terfermentasi menunjukkan bahwa semakin lama fermentasi, nilai OHC yang dihasilkan semakin kecil. Hal ini diduga selama fermentasi *L. plantarum* menghasilkan enzim protease. Protease akan menghidrolisis protein menjadi peptida-peptida yang sederhana (Rahman, 1992). Menurut Sulthoniyah (2015), hasil isolasi dan identifikasi bakteri asam laktat dari pasta udang adalah *L. plantarum*. *L. plantarum* tersebut memiliki aktivitas enzim protease sebesar 3,89 IU/mL. Seed (2013), menyatakan bahwa bakteri asam laktat juga menghasilkan enzim protease ekstraselular maupun intraselular yang dapat memicu terjadinya

proteolisis. Peningkatan waktu fermentasi menyebabkan semakin banyak enzim protease yang dihasilkan sehingga kadar protein terlarut dalam air perendaman dan terbuang pada proses penepungan. Dengan demikian protein dalam tepung biji nangka menurun dan nilai OHC juga akan menurun.

4.6 Suhu Gelatinisasi Tepung Biji Nangka Terfermentasi oleh *L. plantarum*

Suhu gelatinisasi adalah suhu pecahnya granula pati karena pembengkakan granula setelah melewati titik suhu maksimum. Suhu gelatinisasi menunjukkan suhu awal meningkatnya viskositas pati saat dipanaskan atau awal terjadinya gelatinisasi. Nilai suhu gelatinisasi tepung biji nangka terfermentasi oleh *L. plantarum* dapat dilihat pada Gambar 4.5.



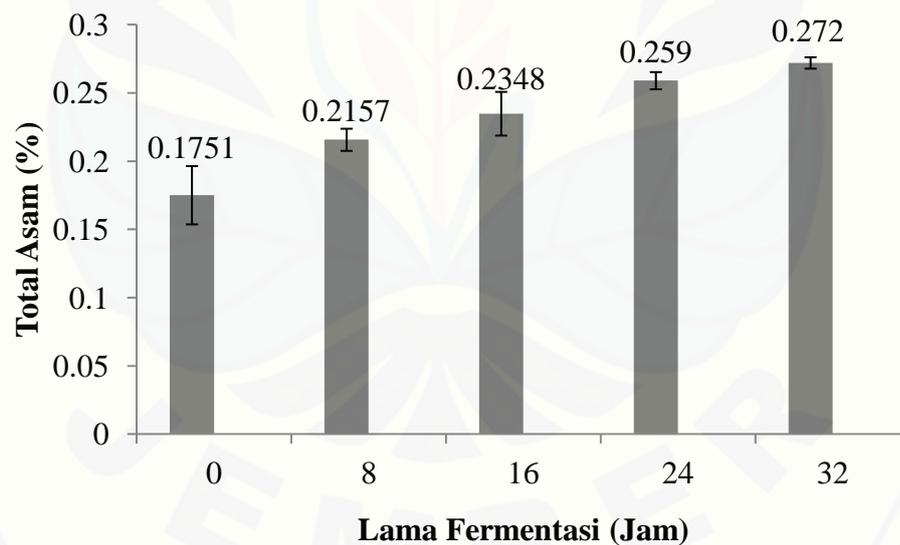
Gambar 4.5 Nilai suhu gelatinisasi tepung biji nangka terfermentasi oleh *L. plantarum*.

Hasil pengukuran yang telah dilakukan didapatkan nilai suhu gelatinisasi tertinggi pada perlakuan tanpa fermentasi sebesar 71,33°C. Gambar 4.5 menunjukkan perlakuan lama fermentasi dapat menurunkan suhu gelatinisasi. Nilai suhu gelatinisasi tepung biji nangka semakin menurun seiring bertambahnya lama fermentasi. Menurut Aini (2010), suhu gelatinisasi menurun selama

fermentasi mulai dari 0 sampai dengan 30 jam. Penurunan suhu gelatinisasi diakibatkan oleh melemahnya struktur granula dan disintegrasi selama fermentasi. Selain itu juga semakin lamanya perendaman saat fermentasi maka bagian *amorf* dapat mengalami *leaching*. Hal ini yang mengakibatkan partikel dari tepung biji nangka yang dihasilkan mudah tergelatinisasi sehingga suhu gelatinisasinya menurun. Menurut Subagio (2006), BAL merupakan mikroba yang dapat menghasilkan enzim pektinolitik dan selulolitik yang dapat menghancurkan dinding sel pati, sehingga terjadi liberasi granula pati. Rusaknya dinding sel pati mengakibatkan pati akan mudah mengalami gelatinisasi.

4.7 Total Asam Tepung Biji Nangka Terfermentasi oleh *L. plantarum*

Total asam merupakan banyaknya jumlah asam pada tepung biji nangka terfermentasi. Nilai total asam berbanding terbalik dengan penurunan nilai pH pada cairan fermentasi. Nilai total asam tepung biji nangka terfermentasi oleh *L. plantarum* dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Nilai total asam tepung biji nangka terfermentasi oleh *L. plantarum*.

Total asam pada tepung biji nangka tertinggi pada perlakuan fermentasi 32 jam. Gambar 4.6 menyebutkan bahwa lama fermentasi meningkatkan kadar total asam pada tepung biji nangka. Nilai total asam berbanding terbalik dengan nilai

pH cairan fermentasi, semakin tinggi nilai total asam maka semakin rendah pH cairan fermentasi. Nilai total asam tepung biji nangka terfermentasi cenderung mengalami peningkatan diikuti dengan penurunan pH dan peningkatan populasi BAL. Hal ini disebabkan karena terjadi penguraian senyawa-senyawa glukosa menjadi asam laktat, sehingga kandungan asam-asam organik akan semakin meningkat yang ditandai dengan meningkatnya nilai total asam tertitrasi. Hal ini dikarenakan pati di dalam biji nangka dirombak menjadi senyawa yang lebih sederhana (glukosa) oleh mikroba dan dimanfaatkan sebagai nutrisi. Pemecahan glukosa dalam sel BAL akan menghasilkan energi untuk aktivitas BAL, selain itu juga dihasilkan senyawa lain termasuk asam laktat sebagai metabolit primer (Lankaputhra, 1998 dalam Shah, 2001). Kenaikan total asam yang dihasilkan sejalan dengan menurunnya pH (Widodo, 2008). Hal ini juga sesuai dengan Titrajaya, *et al.* (2003), yang menyebutkan bahwa karakteristik fisik yang berubah selama fermentasi adalah pH dan total asam. Menurut Fardiaz (1989), menjelaskan bahwa meningkatnya jumlah asam laktat, selain menurunkan nilai pH juga akan meningkatkan nilai total asam tertitrasi.

4.8 Profil Gelatinisasi Tepung Biji Nangka Terfermentasi oleh *L. plantarum* dengan RVA

Menurut Pongsawatmanit, *et al.* (2001), RVA digunakan menganalisis sifat tepung sereal dan tepung sereal *instant* yang bertujuan untuk mengetahui sifat tepung selama siklus gelatinisasi dan retrogradasi pati. Tepung biji nangka tanpa modifikasi memiliki karakteristik fisik yang berbeda dengan tepung biji nangka yang telah termodifikasi. Perbedaan ini menyebabkan profil gelatinisasi yang berbeda pula. Profil gelatinisasi tepung biji nangka terfermentasi oleh *L. plantarum* dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Profil gelatinisasi tepung biji nangka terfermentasi oleh *L. plantarum*

SAMPEL	PV (cP)	MV (cP)	BD (cP)	FV (cP)	SB (cP)	PT (°C)	PEAK TIME (menit)
A1B1	1757	1071	686	1394	323	88,90	5,13
A1B5	2340	1590	750	2412	822	88,00	5,40

PV = Peak Viscosity

MV = Minimum Viscosity

BD = Breakdown

FV = Final Viscosity

SB = Set Back

PT = Pasting Temperature

Profil gelatinisasi pada tepung salah satunya adalah PV. Menurut Melo, *et al.* (2003), PV atau viskositas puncak merupakan nilai viskositas yang diperoleh ketika jumlah pati yang membengkak seimbang dengan jumlah pati yang rusak. Ahmad *et al.* (2013), menjelaskan bahwa viskositas puncak menunjukkan kondisi awal granula pati tergelatinisasi atau pengembangan maksimum hingga selanjutnya akan pecah. Semakin tinggi puncak viskositas yang dicapai semakin besar kemampuan tepung tersebut untuk mengembang dan melepaskan polimer. Berdasarkan Tabel 4.2 nilai PV atau viskositas puncak paling tinggi terdapat pada sampel A1B5 (biji segar fermentasi 32 jam) sebesar 2340 cP. Hal ini dipengaruhi oleh kandungan amilosa didalamnya. Menurut Loebis (2012), fermentasi dapat meningkatkan nilai amilosa karena pada saat fermentasi menyebabkan terbukanya struktur amilopektin pada pati, sehingga terjadi peningkatan kandungan amilosa. Kandungan amilosa yang tinggi dapat menghambat pengembangan granula pati dengan membentuk kompleks bersama lemak yang berakibat pada rendahnya viskositas puncak (Sang, *et al.* 2008). Selain itu juga terdapat nilai MV pada profil gelatinisasi. MV merupakan viskositas yang diperoleh ketika tahap *holding* pada suhu maksimum di tahap akhir pengukuran. Nilai MV tepung biji nangka yang difermentasi cenderung memiliki nilai MV yang lebih besar dibandingkan tepung yang tidak difermentasi.

Disisi lain juga terdapat nilai BD yaitu perubahan viskositas selama pemanasan. Menurut Faridah *et al.* (2014), nilai BD menunjukkan kestabilan

viskositas terhadap pemanasan. Tabel 4.2 menyebutkan bahwa nilai BD tertinggi pada sampel A1B5 (biji nangka segar difermentasi 32 jam) sebesar 750 cP. Tepung biji nangka yang difermentasi cenderung memiliki nilai BD yang lebih besar dibandingkan tepung biji nangka yang tidak difermentasi. Hal ini dikarenakan pati yang ada dalam tepung biji nangka tidak tahan terhadap pemanasan (Budijanto dan Yuliyanti, 2012). Tidak tahannya pati disebabkan karena pengaruh perendaman biji nangka saat fermentasi. Perendaman tersebut mengakibatkan pembengkakan pada granula pati. Ketika pembengkakan tersebut terjadi maka pada saat pemanasan pati cenderung tidak tahan.

Profil gelatinisasi yang lain yaitu nilai FV. Tepung biji nangka tanpa fermentasi memiliki nilai FV (1394 cP) lebih kecil dibandingkan dengan fermentasi (2412 cP). Nilai FV ini didapatkan ketika telah dilakukan pendinginan pada suhu 50 °C selama 2 menit. Viskositas akhir merupakan parameter yang menunjukkan kemampuan pati dalam membentuk pasta kental atau gel setelah pemanasan dan pengadukan serta ketahanan pasta terhadap gaya geser yang terjadi selama pengadukan (Budijanto, 2012).

Profil gelatinisasi lainnya yaitu SB yang diperoleh dari selisih nilai FV dan nilai MV. SB merupakan proses yang terjadi pada tahap pendinginan yang ditandai dengan naiknya viskositas kembali yang disebabkan oleh retrogradasi pati terutama amilosa (Batey, 2007). Tingginya nilai SB menandakan tingginya kecenderungan untuk terjadinya retrogradasi. Berdasarkan Tabel 4.2 nilai SB tertinggi pada sampel A1B5 (biji difermentasi 32 jam) sebesar 800 cP dan terendah pada sampel A1B1 (biji tanpa fermentasi) sebesar 323 cP. Perlakuan fermentasi meningkatkan nilai SB. Hal ini menunjukkan tepung biji nangka perlakuan fermentasi cenderung mengalami retrogradasi dan sineresis yang lebih besar. Menurut Winarno (2004), retrogradasi merupakan terbentuknya jaringan mikrokristal dari molekul-molekul amilosa yang berikatan kembali satu sama lain atau dengan percabangan amilopektin diluar granula setelah pendinginan.

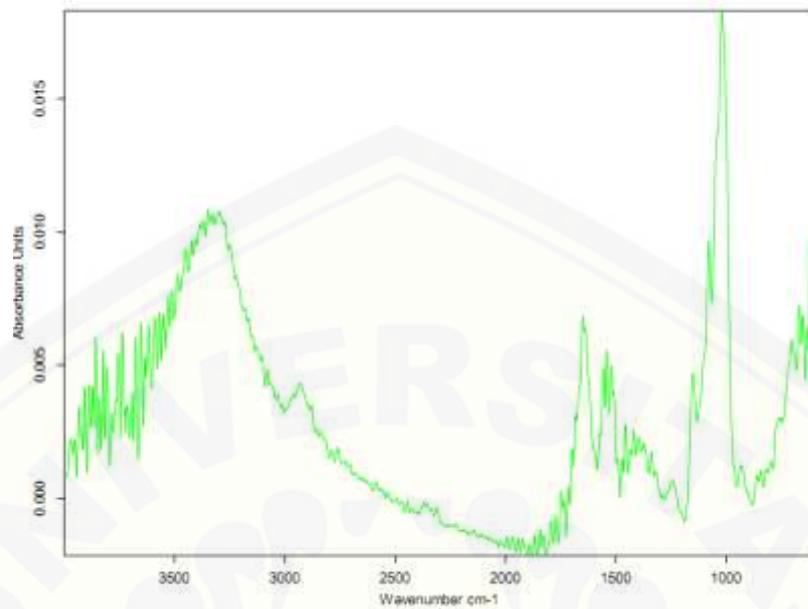
Analisis pada profil gelatinisasi yang lain yaitu *peak time*. *Peak time* merupakan kondisi dimana pati mengalami gelatinisasi pada waktu tertentu. Nilai *peak time* pada tepung biji nangka fermentasi selama 32 jam lebih tinggi

dibandingkan tanpa fermentasi. Hal ini berkaitan erat dengan nilai *peak viscosity*, dimana semakin besar PV nya maka waktu yang dibutuhkan semakin lama.

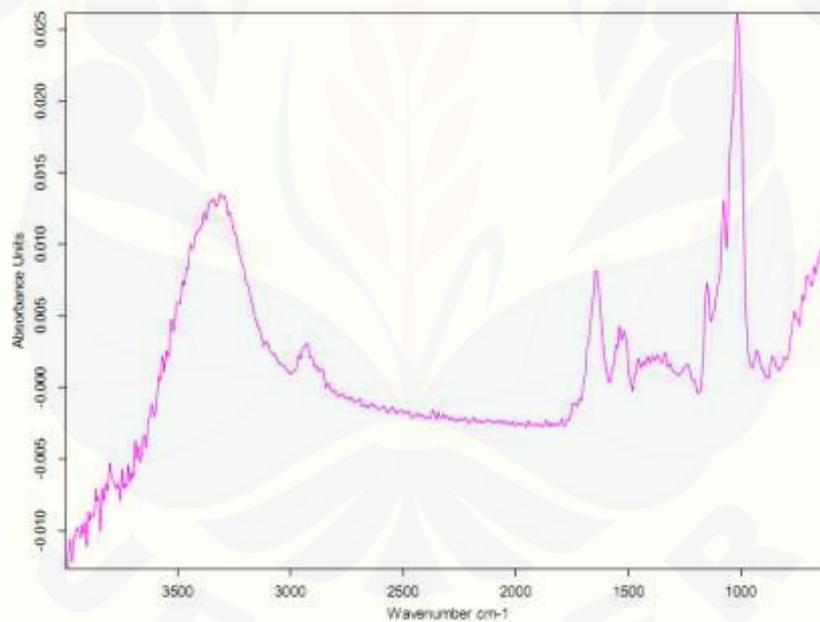
Berdasarkan Tabel 4.2 nilai PT tepung biji nangka tanpa fermentasi sebesar 88,90 °C. Tepung biji nangka yang difermentasi cenderung memiliki nilai PT yang lebih kecil dibandingkan tepung yang tidak difermentasi. Penurunan PT diakibatkan oleh melemahnya struktur granula dan disintegrasi selama fermentasi. Selain itu juga semakin lamanya perendaman saat fermentasi maka bagian *amorf* dapat mengalami *leaching*. Hal ini yang mengakibatkan partikel dari tepung biji nangka yang dihasilkan mudah tergelatinisasi sehingga suhu gelatinisasinya menurun. Menurut Subagio (2006), BAL merupakan mikroba yang dapat menghasilkan enzim pektinolitik dan selulolitik yang dapat menghancurkan dinding sel pati, sehingga terjadi liberasi granula pati. Rusaknya dinding sel pati mengakibatkan pati akan mudah mengalami gelatinisasi.

4.9 Identifikasi Gugus Fungsi dengan *Fourier Transform Infra Red Spectrophotometry* (FTIR)

Analisis menggunakan spektrum akan menunjukkan adanya ikatan-ikatan tertentu pada bahan atau sampel yang diuji. Senyawa-senyawa tersebut dapat diketahui dengan melihat posisinya pada frekuensi tertentu. Uji FTIR digunakan untuk mengidentifikasi senyawa kimia yang terkandung dalam suatu bahan polimer. Identifikasi tersebut dapat dilakukan dengan cara membandingkan dengan pembandingnya (Khopkar, 1990). Hasil identifikasi gugus fungsi dengan FTIR dapat dilihat pada Gambar 4.7.



(a)



(b)

Gambar 4.7 Spektra infra merah tepung biji nangka (a) tanpa fermentasi dan (b) fermentasi selama 32 jam.

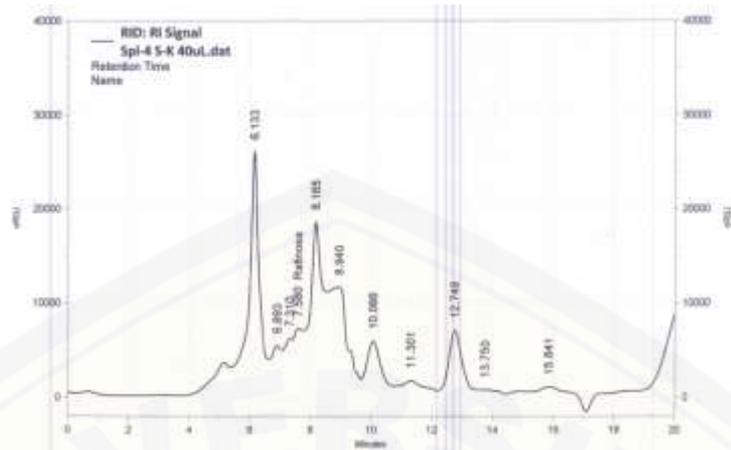
Gambar 4.7 menunjukkan bahwa adanya pita serapan pada 3300-3500 cm⁻¹ yang merupakan daerah ulur O-H hidroksil, 2900 cm⁻¹ merupakan daerah ulur C-H, 1500-1800 cm⁻¹ merupakan daerah serapan ulur C=O karbonil, 1000-1200 cm⁻¹ merupakan daerah serapan ulur -C-O-C- eter. Hal ini dapat dibandingkan

dengan penelitian Chandra *et al.* (2013) pada pati biji alpukat terlihat adanya gugus O-H pada frekuensi 3000-3600 cm^{-1} , gugus C-H terdapat pada frekuensi 2927,94 cm^{-1} , gugus C-O terdapat pada frekuensi 1242,16; 1157,29; 1082,07; 1016,49; 995,27; dan 929,69 cm^{-1} . Selain itu juga dapat dibandingkan pada penelitian Darni *et al.* (2010) tentang bioplastik dari pati sorgum terlihat adanya gugus O-H pada frekuensi 3388,93 cm^{-1} , gugus C-O pada frekuensi 1022,27-1242,16 cm^{-1} , gugus C=O pada frekuensi 1566,20-1639,49 cm^{-1} , dan gugus C-H pada frekuensi 2926,01 cm^{-1} . Thontowi *et al.* (2007) menyatakan bahwa spektrum infra merah senyawa beta glukkan ditandai dengan adanya puncak serapan pada bilangan gelombang 3000-3750 cm^{-1} (gugus -OH atau alkohol), 2700-3000 cm^{-1} (gugus -CH), dan 1050-1260 cm^{-1} (gugus -C-O-C-).

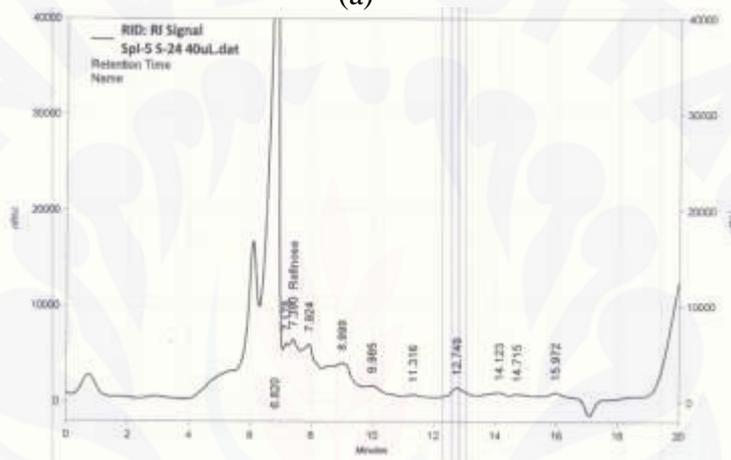
Pada Gambar 4.7 menunjukkan bahwa tepung biji nangka yang difermentasi menurunkan intensitas gugus C=O lebih kecil dibandingkan tanpa fermentasi. Semakin rendah intensitasnya, maka gugus fungsi yang dihasilkan semakin menurun. Hal ini dikarenakan terjadinya degradasi ikatan glikosidik yang terdapat pada tepung biji nangka. Degradasi ikatan glikosidin menunjukkan terjadi pemecahan amilosa pada tepung biji nangka. Amilosa memiliki ikatan α -(1 \rightarrow 4)-glikosidik yaitu ikatan antara aldehyd-karbon (C = O). Selain itu juga terjadi degradasi ikatan glikosidik pada rafinosa, stakiosa, verbakosa dan senyawa lain yang memiliki ikatan glikosidik.

4.10 Identifikasi Rafinosa pada Tepung Biji Nangka Terfermentasi oleh *L. plantarum* dengan HPLC

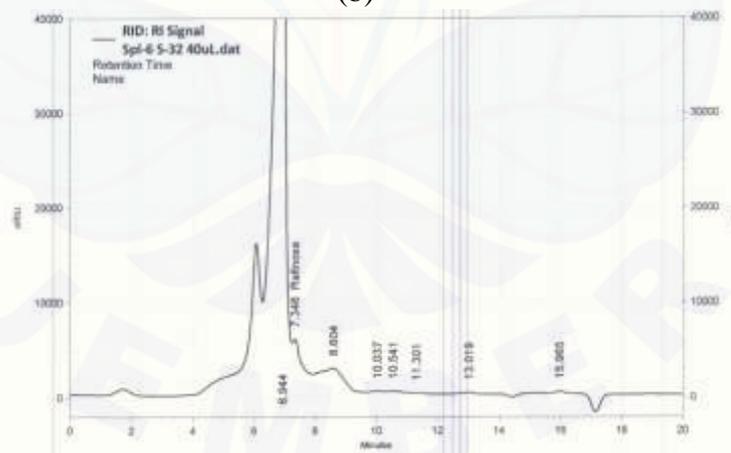
Kromatogram hasil analisis rafinosa menggunakan kolom metacarb 87C dapat dilihat pada Gambar 4.8. Hasil analisis rafinosa pada tepung biji nangka terfermentasi oleh *L. plantarum* selama fermentasi terdapat pada Tabel 4.3.



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.8 Kromatogram kadar rafinosa (a) tepung biji nangka segar; (b) tepung biji nangka segar yang difermentasi 24 jam; (c) tepung biji nangka segar yang difermentasi 32 jam

Tabel 4.3 Hasil Analisis Rafinosa Tepung Biji Nangka Selama Fermentasi Menggunakan *L. Plantarum*

Sampel	Rafinosa ppm ($\mu\text{g/g}$)
A1B1	281,57
A1B4	216,15
A1B5	168,94

Gambar 4.8 menunjukkan bahwa kromatogram dari analisis rafinosa pada biji nangka pada perlakuan tanpa fermentasi dan fermentasi (24 dan 32 jam) mengelusi rafinosa pada kisaran waktu 7,580, 7,390, dan 7,346 menit. Pembacaan kromatogram hasil analisis menggunakan HPLC yaitu senyawa yang memiliki berat molekul lebih besar akan terbaca terlebih dahulu, sedangkan senyawa yang memiliki berat molekul kecil akan terbaca di akhir.

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat diketahui bahwa sampel A1B1 (tanpa fermentasi), A1B4 (fermentasi 24 jam), dan A1B5 (fermentasi 32 jam) memiliki kadar rafinosa berturut-turut 281,57 $\mu\text{g/g}$, 216,15 $\mu\text{g/g}$, dan 168,94 $\mu\text{g/g}$. Data tersebut menjelaskan bahwa lama fermentasi dapat menurunkan kadar rafinosa pada tepung biji nangka. Hal ini diduga enzim α -Galaktosidase yang dihasilkan oleh *L. plantarum* merombak rafinosa yang akan menghasilkan galaktosa, glukosa dan fruktosa. Menurut Sumarna (2008), kelompok bakteri asam laktat strain *L. plantarum* SMN 25, *L. plantarum pentosus* SMN 01 dan *L. plantarum pentosus* FNCC 235 merupakan hasil isolasi dari fermentasi makanan tradisional memiliki kemampuan menghasilkan α -galaktosidase. *L. plantarum* SMN 25, *L. plantarum pentosus* SMN 01, dan *L. plantarum pentosus* FNCC 235 dapat mengurangi rafinosa dan stachyose pada susu kedelai secara berurutan sebesar 81,5, 73,0, 67,0 %, dan 78,0 , 72,5, 66,0%. *L. plantarum* dapat menghasilkan enzim α -Galaktosidase dengan aktivitas 4,11 U/ml (Lambui, 2013). Enzim α -Galaktosidase adalah enzim yang mengkatalis hidrolisis ikatan α -1,6-galaktosida dari terminal *non-reducing* pada oligosakarida, liposakarida, dan/atau polisakarida yang mengandung galaktosa. Penurunan kadar rafinosa berbanding terbalik dengan pertumbuhan mikroba. Semakin meningkat pertumbuhan mikroba maka semakin menurun kadar rafinosa pada tepung biji nangka.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. perlakuan lama fermentasi menyebabkan nilai pH cairan fermentasi, nilai OHC, dan suhu gelatinisasi mengalami penurunan, sedangkan total BAL, nilai derajat putih, nilai WHC, total asam, dan kadar rafinosa tepung biji nangka mengalami peningkatan.
2. karakteristik cairan fermentasi untuk nilai pH dan populasi BAL masing-masing adalah 5,48-5,16 dan $3,63 \times 10^6$ - $9,70 \times 10^8$ cfu/ml.
3. karakteristik tepung biji nangka terfermentasi oleh *L. plantarum* dengan perlakuan lama fermentasi masing-masing berkisar antara: untuk derajat putih 87,8-90, WHC 1,79-2,19%, OHC 1,59-1,83% , suhu gelatinisasi $65-71^{\circ}\text{C}$, total asam 0,1751-0,272%, profil gelatinisasi untuk nilai PV 1757-2340 cP, MV 1071-1590 cP, BD 686-750 cP, FV 1394-2412 cP, SB 323-822 cP, PT 88-88,90 °C, *peak time* 5,13-5,40 menit, gugus fungsi pada pita serapan 3300-3500 cm^{-1} (O-H), 2900 cm^{-1} (C-O), 1500-1800 cm^{-1} (C=O), dan 1000-1200 cm^{-1} (C-O-C), dan total rafinosa berkisar 281,57-168,94 $\mu\text{g/g}$.

5.2 Saran

Perlu penelitian lanjutan tentang pengaplikasian pada produk pangan dan perubahan karakteristik saat menjadi produk.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, MR., dan Moss, MO. 2000. *Food Microbiology*. 2nded. The Royal Society of Chemistry, United Kingdom.
- Agustawa, R. 2012. “Modifikasi Pati Ubi Jalar Putih (*Ipomea batatas* L) Varietas Sukuh dengan Proses Fermentasi dan Metode *Heat Moisture Treatment* (HMT) Terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Pati”. Skripsi. Malang: Jurusan teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya.
- Aini, N., Purwinto H., Tien R.M., dan Nur A. 2010. Hubungan Antara Waktu Fermentasi Grits Jagung dengan Sifat Gelatinisasi Tepung Jagung Putih yang Dipengaruhi Ukuran Partikel. *J.Tekno dan Industri Pangan* Vol. XXI No. 1.
- Anneahira, (2010). *Zat Penyebab Kanker dan Sumbernya*. <http://www.anneahira.com/zat-penyebab-kanker.htm>, [diakses 11 Maret 2014]
- Arief II. 2000. “Pengaruh aplikasi kultur kering dengan beberapa kombinasi mikroba terhadap kualitas fisiko kimia dan mikrobiologi sosis fermentasi”. Tesis. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Asgar, A dan D. Musaddad. 2006. *Optimalisasi Cara, Suhu dan Lama Blanching sebelum Pengeringan pada Wortel*. Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran Lembang.
- Avanza, María, V., Chaves, María, G., Belén, A. Acevedo, María, C., dan Añón. 2013. Functional properties and microstructure of cowpea cultivated in north-east Argentina. *Journal of Food Science and Technology* 49 : 123 –
- AOAC. 2005. *Official Method Of Analysis Associated Of Official Agricultural Chemists*. Washington D.C. USA.

- Baik, S.H., Saito, K., Yokota, A., Asano, K., dan Tomita, F. 2000. Molecular cloning and high-level expression in *Escherichia coli* of fungi α -galaktosidase from *Absidia corymbifera* IFO 8084. *J. Biosci.* 90:168-173.
- [BAM] Bacteriological Analytical Manual. 2002. *GRAS Exemption Claim and Exemption Notification for the Use in Infant Formula of Bifidobacterium, Lactobacillus and Streptococcus thermophilus*. BAM Volume 1 [Online]. http://www.accessdata.fda.gov/scripts/fcn/gras_notices/grn000049A.pdf . [diakses 15 Januari 2015]
- Batey, I. L. 2007. *Interpretation of RVA Curves dalam The RVA Handbook*. Crosbie, G.B., dan Ross, A. S. AACC International
- Bishop, D.F., Calhoun, D.H., Bernstein, H.S., Hantzopoulos, P., Quinn, M. dan Desnick, R.J. 1986. Human α -galactosidase A: Nucleotide sequence of a cDNA clone encoding the mature enzyme. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 83:4859-4863
- Buckle, K.A., R.A. Edwards, G.H. Fleet, and M. Wooton. 1987. *Ilmu Pangan*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Budijanto, S. dan Yuliyanti. 2012. Studi Persiapan Tepung Sorgum (*Sorgum bicolor L. Moench*) dan Aplikasinya pada Pembuatan Beras Analog. *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol. 13, No. 3. 177-186.
- Chandra, A., H. Maria I., dan Verawati. 2013. Pengaruh pH dan Jenis Perendaman pada Perolehan dan Karakterisasi Pati dari Biji Alpukat. *Prosiding SNTK TOPI 2013*.
- Daud, A. 1991. *Nangka Mini*. Jakarta: Yasagun.
- Darni, Y. dan Herti U. 2010. Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobitas Bioplastik dari Pati Sorgum. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan* Vol. 7, No. 4
- Departemen Kesehatan RI. 2009. *Daftar Komposisi Zat Gizi Pangan Indonesia*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI.

- Dey, P.M. dan Campillo, E.D. 1984. *a-Galactosidase*. Advance Enzymology Relation Areas. *Mol. Biol.* 56:142-249.
- Diah, A. 2011. *Pemanfaatan Biji Nangka pada Pembuatan Bakso*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Effendi, S. 2009. *Teknologi Pengolahan dan Pengawetan Pangan*. Bandung: Alfabeta.
- Ernawati. 2010. "Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat pada Susu Kambing Segar". Skripsi. Malang: Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Estiasih, T., dan Ahmadi, kgs. 2009. *Teknologi Pengolahan Pangan*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Fardiaz, D., Andarwulan, N., Wijaya, H., Puspitasari, LN. 1992. *Petunjuk Laboratorium: Teknik Analisis Sifat Kimia dan fungsional Komponen Pangan*. Bogor: Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, IPB.
- Fardiaz, D. 1993. *Analisis Mikrobiologi Pangan*. Yogyakarta: Liberty
- Gaurav, F. 2003. *Digital Color Imaging Handbook*. CRC Press. ISBN 084930900x
- Giraud, E, Brauman, A., Keleke, S., Gosselin L., dan Raimbault, M. 2002. A Lactic Acid Bacterium With Potential Application in Cassava Fermentation. *Journal Microbiology Biotechnology : Progress in Research and Development Chapter 24, Cassava Flour and Starch*.
- Gujaska, E., dan K. Khan. 1991. Feed Moisture Effects on Functional Properties, Trypsin Inhibitor and Hemmagglutinating Activies of Extruded Bean High Starch Fractions. *Journal Food Science* 56:443-447.
- Hanum, Z. 2010. Kemampuan Susu Fermentasi *Lactobacillus plantarum* Menghambat *Salmonella typhymurium* Secara In Vitro. *Agripet* Vol 10, No. 2.
- Harrison. 1995. *Prinsip-Prinsip Ilmu Penyakit Dalam*. Penerbit Buku Kedokteran ECG ; 246.

- Hidayat, B., Nurbani, K., dan Surfiana. 2009. Karakteristik Tepung Ubi Kayu Modifikasi yang Diproses Menggunakan Metode Prigelatinisasi Parsial. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian* Vol. 14 No.2
- Hidayat, B., Ahza A.B., dan Sugiyono. 2003. Karakterisasi Maltodekstrin DP 3-9 serta Kajian Potensi Penggunaannya sebagai Sumber Karbohidrat pada Minuman Olahraga. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 14 (1): 51-57
- Hudaída, S. 2004. Pengaruh blanching dan lamanya perendaman irisan buah pisang dalam larutan Metabisulphite terhadap mutu tepung pisang (*Musa paradisiaca* L.). *Buletin Bimada* 12(17): 7-11.
- Holt, G., Kreig, N.R., Sneath, P.H.A., Stanley, J.T. & Williams, S.T. 2000. *Bergey's Manual Determinative Bacteriology*. Baltimore: Williams and Wilkins Baltimore.
- Irwansyah, M. 2010. "Penentuan Konsentrasi Optimum Amilum Biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lamk.) sebagai Bahan Penghancur Internal Tablet Parasetamol dengan Metode Granulasi". Skripsi. Jakarta: Poliklinik Uhamka.
- Kasmidjo, R.B. 1990. *Tempe : Mikrobiologi dan Kimia Pengolahan serta Pemanfaatannya*. Yogyakarta: PAU Pangan dan Gizi UGM
- Kim, W.D., Kaneko, S., Park, G.G., Tanaka, H., Kusakabe, I. dan Kobayashi, H. 2003. Purification and characterization of α -galactosidase from sunflower seeds. *Biotechnol. Lett.* 25:353-358
- Khopkar, SM. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Lambui, O. 2013. "Isolasi, Karakterisasi, dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat Penghasil α dan β -Galaktosidase Produk Fermentasi Kulit Buah Cempedak (*Artocarpus integer* Thunb.) dan Buanga Tigarun (*Crataeva nurvala* Buch-Ham)". Tesis. Yogyakarta: Program Studi Biologi, Program Pascasarjana Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada.

- Loebis, E.H., dan Meutia, Y.R. 2012. Pembuatan Starter MOCAF Termobilisasi dari Isolat Bakteri Asam Laktat dan Aplikasinya pada Proses Produksi MOCAF. *Jurnal Hasil Penelitian Industri*, Vol. 25, No. 1.
- Melo, E. A., Stamford, T. L. M., Silva, M.P.C., Krieger, N., Stamford, N.P. 2003. Functional Properties of Yam Bean (*Pachyrhizus erosus*). *Bioresource Technology*, 89: 103-106.
- Mukprasirt.A and K.Sajjaanantakul. 2004. Physico chemical properties of flour and starch from jackfruit seeds (*Artocarpus heterophyllus* Lamk.) compared with modified starches. *International Journal of Food Science and Technology*. Bangkok
- Ohshima, T., Murray, G.J., Nagle, J.W., Quirk, J.M., Kraus, M.H., Barton, N.W., Brady, R.O. dan Kulkarni, A.B. 1995. Structural organization and expression of the mouse gene encoding a-galactosidase A. *Gene* 166:277-80
- Panda, S. H., dan Ray, R. C. 2008. Direct Conversion of Raw Starch to Lactic Acid by *Lactobacillus plantarum* MTCC 1407 in Semi Solid Fermentation Using Sweet Potato (*Ipomea batatas* L.) Flour. *Journal of Science & Industrial Research* 67 : 531 – 537.
- Puspasari, F.M. 2012. “Pemanfaatan tepung Kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) Terfermentasi sebagai Bahan Baku pembuatan Beras Tiruan (Kajian Proporsi Tepung Kimpul Terfermentasi : Tepung Mocaf)”. Skripsi. Malang: THP FTP UB.
- Porres, J.M., Aranda, P., Pez-jurado, M., dan Urbano, G. 2003. Effect of Natural and Controlled Fermentation on Chemical Composition and Nutrient Dialybility from Beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agriculture Food Chemistry* 51 : 5144 – 5149.
- Pongsawatmanit, R., P, Thanasukarm, dan S. Ikeda. 2001. Effect of Sucrose on RVA Viscosity Parameters, Water Activity and Freezable Water Fraction of Cassava Starch Suspensions. *Science Asia* 28 : 129-134.

- Post, D.A. dan Luebke, V.E. 2005. Purification, cloning, and properties of α -galactosidase from *Saccharopolyspora erythraea* and its use as a reporter system. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 67:91-96
- Purwanto, C.C., Dwi I., dan Dimas R. 2013. Kajian Sifat Fisik dan Kimia Tepung Labu Kuning (*Cucurbita maxima*) dengan Perlakuan Blanching dan Perendaman Natrium Metabisulfit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$). *Jurnal Teknosains Pangan* Vol 2 No. 2.
- Quatravaux, S., Remize, F., Bryckaert, E., Colavizza, D., dan Guzzo, J. 2006. Examination of *Lactobacillus plantarum* lactate metabolism side effects in relation to the modulation of aeration parameters. *Journal of Applied Microbiology* 101 : 903 – 912.
- Rackis, J.J. 1989. *Physiological Effects of Food Carbohydrates*. Washington D.C: American Chemical Society.
- Radley, J.A. 1976. *Physical Methods of Characterising Starch*, In : Radley, J. A. (Ed.), Examination and Analysis of Starch and Starch Products, Applied Science Publisher Ltd, London.
- Rahman, A., 1992. *Teknologi Fermentasi*. Bogor: Penerbit Arcan, Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. IPB.
- Rapid Visco Analyzer (RVA)*, manual. 1994.
- Ruck, J.A. 1963. *Chemical Methods for Analysis of Fruit and Vegetable Product Canada*. Dep. Agric. Summerland.
- Rustan, I.R. 2013. “Studi Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat dari Fermentasi Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.)”. Skripsi. Makasar: Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin.
- Sanni A, Morlon-Guyot J, and Guyot JP. 2002. New efficient amylase-producing strains of *Lactobacillus plantarum* and *L. fermentum* isolat

- from different Nigerian Traditional fermented foods. *Int J Food Microbiol* 72:53–62.
- Sang, Y., Bean, S., Seib, P.A., Pedersen, J., dan Shi, Y.C. 2008. Structure and Functional Properties of Shorgum Starches Differing in Amilase Content. *Journal Agriculture Food Chemistry*. 56: 6680-6685
- Shah, S.P. 2001. Functional Foods from Probiotics and Prebiotics. *Food Technol. Food Technol.* 55(11):46.
- Sintianingrum, F. 2012. “Karakterisasi Sifat Fisikokimia dan Fungsional Tepung Umbi Gembolo (*Dioscorea bulbifera* L.)”. Skripsi. Jember: Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.
- Subagio, A. 2006. Ubi Kayu Substitusi berbagai Tepung-tepungan. *Food Review*. 1(3):18-22.
- Sudarmadji S, B Haryono, dan Suhardi. 1997. *Prosedur Analisis Untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Edisi ke tiga. Yogyakarta: Liberty.
- Sulthoniyah, S.T.M., Hardoko, Happy, N. 2015. Characterization of Extracellular Protease Lactic Acid bacteria from Shrimp Paste. *J. Life Sci Biomed* 5 (1).
- Sumarna. 2008. Changes of Raffinosa and Stachyosa in Soy Milk Fermentation by Lactic Acid Bacteria from Local Fermented Foods of Indonesian. *Malaysian Journal of Microbiology* 4(2): 26-34.
- Suprpto, H. 2006. Pengaruh Perendaman Pisang Kepok (*Musa acuminata* Calla) dalam Larutan Garam Terhadap Mutu Tepung yang Dihasilkan. *Jurnal Teknologi Pertanian* 1(2): 74-80
- Surono, I.S. 2004. *Probiotik Susu Fermentasi dan Kesehatan*. Yayasan Pengusaha Makanan dan Minuman Seluruh Indonesia (YAPMMI). Jakarta: TRICK. p 31-32

- Tafti, A., Peighambarous, S.H., dan Hejazi, M.A. 2013. Tafti, A., Peighambaroust, S. H. dan Hejazi, M. A. 2013. Biochemical Characterization and Technological Properties of Predominant Lactobacilli Isolated from East-Azarbaijan Sourdoughs (Iran). *International Food Research Journal* 20 (6): 3293 – 3298.
- Tan, H.Z., Li, Z.G., dan Tan, B. 2009. Starch Noodles: History, Classification, Material, Processing, Structure, Nutrition, Quality, Evaluating and Improving. *Food Research International*. 42:n551-557.
- Tejasari. 2005. *Nilai Gizi Pangan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- T. Manaka, Nagaraja G., Yogesh D.B., Sunil Kumar U.S., and Prakash L. 2011. Physicochemical Properties of flour and isolated starch from Jackfruit seeds (*Artocarpus Heterophyllus lam*). *RGUHS Journal of Pharmaceutical Sciences*. RJPS, Apr-Jun, Vol 1/ Issue 1.
- Thontowi, Kusmiati, dan Nuswantara. 2007. Produksi β -Glukan *Saccharomyces cerevisiae* dalam Media dengan Sumber Nitrogen Berbeda pada Air-Lift Fermentor. *Biodiversitas* Vol. 8, No. 4 : 253-256.
- Turakainen, H., Korhola, M. dan Aho, S. 1991. Cloning, sequence and chromosomal location of a MEL gene from *Saccharomyces carlsbergensis* NCYC396. *Gene* 101:97-104
- Wichienchot S, Jatupornpipat M, & Rastall RA. 2010. Oligosaccharides of Pitaya (Dragon Fruit) Flesh and Their Prebiotic Properties. *Food Chem*, 120, 850-857.
- Widodo, W. 2002. *Bioteknologi Fermentasi Susu*. Malang: Pusat Pengembangan Bioteknologi Universitas Muhamadiyah Malang.
- Widowati, S. dan Djoko S. Damardjati. 2001. Menggali Sumberdaya Pangan Lokal dan Peran Teknologi Pangan Dalam Rangka Ketahanan Pangan Nasional. *Majalah Pangan* No. 36/X/Januari 2001 hal. 3-11. Jakarta: Puslitbang Bulog.

- Widowati, S., dan Misgiyarta. 2002. *Efektifitas Bakteri Asam Laktat (BAL) dalam Pembuatan Produk Fermentasi Berbasis Protein/Susu Nabati*. Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian.
- Widyastuti. 1993. *Nangka dan Cempedak*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Winarno, F.G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Winarno, F.G. 2000. *Metode Penelitian*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Yamane, T. 1971. Decomposition of raffinose by α -galactosidase. An enzymatic reaction applied in the factory-process in Japanese beet sugar factories. *SucrBelge/Sugar Ind. Abstr.* 90:345-348

LAMPIRAN A. DATA HASIL ANALISIS

A.1 Populasi Bakteri Asam Laktat (BAL) pada cairan fermentasi

Perlakuan	Triplo	Cawan ke-	BAL			Rentang	Hasil	Rata-rata	Hasil	Rata-rata	STDEV
			$n \times 10^6$	$n \times 10^7$	$n \times 10^8$		$n \times 10^7$		$n \times 10^9$		
Kultur Kerja	1	1	480	90	20	30-300	90	97.5	0.975	1.033333	0.114273
		2	520	105	23	30-300	105				
	2	1	320	97	18	30-300	97	96	0.96		
		2	323	95	20	30-300	95				
	3	1	423	123	23	30-300	123	116.5	1.165		
		2	432	110	27	30-300	110				
Perlakuan	Triplo	Cawan ke-	BAL			Rentang	Hasil	Rata-rata	Hasil	Rata-rata	STDEV
			$n \times 10^5$	$n \times 10^6$	$n \times 10^7$		$n \times 10^6$		$n \times 10^6$		
A1B1	1	1	34	20	5	30-300	34	33.5	3.35	3.633333	0.301386
		2	33	19	3	30-300	33				
	2	1	35	13	3	30-300	35	36	3.6		
		2	37	15	1	30-300	37				
	3	1	40	18	0	30-300	40	39.5	3.95		
		2	39	17	0	30-300	39				
Perlakuan	Triplo	Cawan ke-	BAL			Rentang	Hasil	Rata-rata	Hasil	Rata-rata	STDEV
			$n \times 10^6$	$n \times 10^7$	$n \times 10^8$		$n \times 10^6$		$n \times 10^7$		
A1B2	1	1	32	20	6	30-300	32	33.5	3.35	3.25	0.173205
		2	35	12	3	30-300	35				
	2	1	33	7	0	30-300	33	33.5	3.35		
		2	34	5	0	30-300	34				

	3	1	30	10	3	30-300	30	30.5	3.05		
		2	31	8	1	30-300	31				
Perlakuan	Triplo	Cawan ke-	BAL			Rentang	Hasil	Rata-rata	Hasil	Rata-rata	STDEV
			$n \times 10^7$	$n \times 10^8$	$n \times 10^9$		$n \times 10^7$		$n \times 10^7$		
A1B3	1	1	98	30	16	30-300	3.367347	3.911396	3.911396	3.589063	0.279752
		2	101	33	18	30-300	4.455446				
	2	1	107	45	28	30-300	4.392523	3.446262	3.446262		
		2	120	47	29	30-300	2.5				
	3	1	89	30	15	30-300	3.370787	3.409531	3.409531		
		2	87	30	19	30-300	3.448276				
Perlakuan	Triplo	Cawan ke-	BAL			Rentang	Hasil	Rata-rata	Hasil	Rata-rata	STDEV
			$n \times 10^7$	$n \times 10^8$	$n \times 10^9$		$n \times 10^8$		$n \times 10^8$		
A1B4	1	1	td	325	310	30-300	9.538462	8.843305	8.84	8.856667	0.028868
		2	td	324	264	30-300	8.148148				
	2	1	td	254	231	30-300	9.094488	8.842116	8.84		
		2	td	234	201	30-300	8.589744				
	3	1	td	278	243	30-300	8.741007	8.890077	8.89		
		2	td	281	254	30-300	9.039146				
A1B5	1	1	td	500	480	30-300	9.6	9.569231	9.569231	9.708725	0.128354
		2	td	520	496	30-300	9.538462				
	2	1	td	580	569	30-300	9.810345	9.821839	9.821839		
		2	td	600	590	30-300	9.833333				
	3	1	td	596	573	30-300	9.614094	9.735105	9.735105		
		2	td	556	548	30-300	9.856115				

A.2 Nilai pH Cairan Fermentasi Biji Nangka oleh *L. plantarum*

SAMPSEL	ULANGAN		NILAI PH	STDEV
	I	II		
A1B1	6.84	6.82	6.83	0.057735
A1B2	5.5	5.46	5.48	0.028284
A1B3	5.36	5.38	5.37	0.014142
A1B4	5.22	5.24	5.23	0.014142
A1B5	5.18	5.14	5.16	0.028284

A.3 Derajat Putih Tepung Biji Nangka Terfermentasi

Sampel	Ulangan			Rata-rata	STDEV
	I	II	III		
A1B1	87.74463	88.00908	87.6493	87.80100124	0.186397
A1B2	88.30858	88.74155	88.49971	88.51661437	0.216983
A1B3	88.92297	89.29222	88.9393	89.0514971	0.20863
A1B4	89.14095	89.39231	89.54458	89.3592805	0.203833
A1B5	89.45062	90.89029	89.78375	90.04155446	0.753666

A.4 WHC Tepung Biji Nangka Terfermentasi

Sampel	Ulangan			Rata-rata	STDEV
	I	II	III		
A1B1	1.74	1.631111	2.01333	1.79481	0.196917
A1B2	1.764444	1.688889	2.126667	1.86	0.23401
A1B3	1.793333	1.775556	2.248889	1.93926	0.268294
A1B4	1.868889	1.793333	2.462222	2.04148	0.366325
A1B5	1.911111	2.18	2.482222	2.19111	0.285718

A.5 OHC Tepung Biji Nangka Terfermentasi

Sampel	Ulangan			Rata-rata	STDEV
	I	II	III		
A1B1	1.757778	1.811111	1.935556	1.83482	0.091228636
A1B2	1.764444	1.682222	2.002222	1.8163	0.166182046
A1B3	1.682222	1.693333	1.711111	1.69556	0.014572153
A1B4	1.715556	1.58	1.764444	1.68667	0.095555442
A1B5	1.591111	1.57	1.613333	1.59148	0.021668874

A.6 Suhu Gelatinisasi Tepung Biji Nangka Terfermentasi

Sampel	Ulangan			Rata-rata	STDEV
	I	II	III		
A1B1	71	71.66	71.33	71.33	0.333333333
A1B2	69.33	70.66	69.66	69.88	0.693888666
A1B3	68.66	68.66	67.33	68.22	0.769800359
A1B4	67.33	67.33	66	66.88	0.769800359
A1B5	65.33	65	63.66	64.66	0.881917104

A.7 Total Asam Tepung Biji Nangka Terfermentasi

Sampel	Ulangan			Rata-rata	STDEV
	I	II	III		
A1B1	0.153136	0.176557	0.195774	0.175156	0.021353
A1B2	0.215591	0.223999	0.207785	0.215792	0.008109
A1B3	0.23661	0.217994	0.249822	0.234809	0.01599
A1B4	0.252825	0.25883	0.265436	0.25903	0.006308
A1B5	0.274444	0.267237	0.274444	0.272042	0.004161