



**KARAKTERISTIK FISIK, KIMIA, DAN FUNGSIONAL  
TEPUNG KORO PEDANG (*Canavalia ensiformis* L.)  
TERMODIFIKASI DENGAN FERMENTASI  
MENGUNAKAN *Lactobacillus plantarum***

**SKRIPSI**

**Oleh**

**Laili Masithoh Kurniana  
NIM 101710101001**

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2015**



**KARAKTERISTIK FISIK, KIMIA, DAN FUNGSIONAL  
TEPUNG KORO PEDANG (*Canavalia ensiformis* L.)  
TERMODIFIKASI DENGAN FERMENTASI  
MENGUNAKAN *Lactobacillus plantarum***

**SKRIPSI**

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

**Oleh**

**Laili Masithoh Kurniana  
NIM 101710101001**

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

**2015**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini Saya persembahkan untuk :

1. Allah SWT yang telah memberi rahmad, hidayah, kemudahan, dan segalanya untuk tetap senantiasa mengingat-Nya;
2. “*My Lovely Family*”, Ayah Ali Imron dan Ibu Isnatun, Kakak Muhayat Zamroni dan Evi Astrien Maspupah, Adik Athaya Sukma Putri Arjita dan Saufayardha Fahmi Jibril yang telah memberikan perhatian dan dukungan moral spiritual;
3. Semua pembimbing dan penyalur ilmu saya sejak TK sampai Perguruan Tinggi yang terhormat dan dimuliakan, yang telah memberikan ilmu, bimbingan, dukungan, doa, dan kebaikan moral serta integritas;
4. Jajaran Laboratorium dan Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, serta Dekanat Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
5. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, atas dukungan moral dan kekeluargaan.

**MOTTO**

Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah suatu kaum, sebelum mereka mengubah keadaan yang ada pada mereka sendiri.

*(Terjemahan Q.S Ar Ra'd [13]: 11)*

If you believe in yourself and have the courage, the determination, the dedication, the competitive drive and if you are willing to sacrifice the little things in life and pay the price for the things that are worthwhile, it can be done.

*(Vincent Lombardi)*

Re To Me :

Even the misty day, your day is precious, you may not know all this.  
But it doesn't mean that you're slow.

*(Yoon Sang)*

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

nama : Laili Masithoh Kurniana

NIM : 101710101001

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “*Karakteristik Fisik, Kimia, dan Fungsional Tepung Koro Pedang (Canavalia ensiformis L.) Termodifikasi dengan Fermentasi menggunakan Lactobacillus plantarum*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isi sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 12 Mei 2015

Yang Menyatakan,

Laili Masithoh Kurniana  
NIM 101710101001

**SKRIPSI**

**KARAKTERISTIK FISIK, KIMIA, DAN FUNGSIONAL  
TEPUNG KORO PEDANG (*Canavalia ensiformis* L.)  
TERMODIFIKASI DENGAN FERMENTASI  
MENGUNAKAN *Lactobacillus plantarum***

Oleh

Laili Masithoh Kurniana  
NIM 101710101001

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Ahmad Nafi S.TP., M.P.  
Dosen Pembimbing Anggota : Ir.Giyarto, M.Sc.

PENGESAHAN

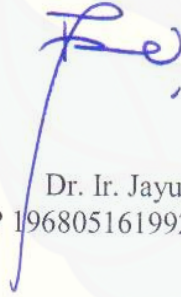
Skripsi berjudul "*Karakteristik Fisik, Kimia, dan Fungsional Tepung Koro Pedang (Canavalia ensiformis L.) Termodifikasi dengan Fermentasi menggunakan Lactobacillus plontarum*" telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada :

hari : Selasa  
tanggal : 12 Mei 2015  
tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Tim Penguji :

Ketua,

Anggota,

  
Dr. Ir. Jayus  
NIP 196805161992031004

  
Nurud Diniyah S.TP., M.P.  
NIP 198202192008122002

Mengesahkan

Dekan,



Dr. Yuli Witono, S. TP., MP.  
NIP 196912121998021001

**RINGKASAN**

**Karakteristik Fisik, Kimia, dan Fungsional Tepung Koro Pedang (*Canavalia ensiformis* L.) Termodifikasi dengan Fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum***; Laili Masithoh Kurniana, 101710101001; 2010 : 98 halaman; Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Koro pedang (*Canavalia ensiformis* L.) merupakan salah satu komoditas pertanian yang memiliki potensi besar sebagai alternatif bahan pangan pokok berbasis bahan lokal. Pengembangan produk pangan dari koro pedang diantaranya adalah tempe, susu, *nugget*, sosis, bakso, dan kecap. Kandungan karbohidrat dan protein yang tinggi tersebut juga berpotensi menjadikan koro pedang sebagai *functional food ingredient* berbentuk tepung. Namun, pengolahan varietas koro menjadi *functional food ingredient* masih memiliki kekurangan. Kekurangan tersebut adalah sifat fungsional yang dimiliki. Proses untuk memperbaiki dan meningkatkan karakteristik dari tepung koro pedang adalah memberikan perlakuan fermentasi pada pembuatan tepung. Produksi tepung koro pedang termodifikasi dengan fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* diharapkan menghasilkan karakteristik nutrisi dan fungsional yang lebih baik daripada fermentasi spontan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik fisik, kimia, dan fungsional tepung koro pedang dengan fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum*.

Penelitian diawali dengan membuat kultur kerja dari formulasi media buatan *L. plantarum* yang memenuhi syarat untuk dijadikan kultur kerja dan siap digunakan. Tahap selanjutnya biji koro pedang diletakkan, direndam dalam larutan asam sitrat dengan variasi pH 3, 4, dan 5 dan diberi sinar UV selama 30 menit. Lalu diinokulasikan kultur kerja *Lactobacillus plantarum* 10 % v/v dan diinkubasi pada suhu 37°C dengan lama waktu 0, 8, 16, 24, dan 32 jam.

Rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri 2 faktor dengan ulangan 2 kali. Faktor A adalah variasi pengaturan pH dengan



taraf yaitu pH 3,4, dan 5; dan faktor B adalah variasi lama fermentasi yaitu 8, 16, 24, dan 32 jam. Pengolahan data penelitian menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) meliputi derajat putih, kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar karbohidrat, WHC – OHC, daya buih – stabilitas buih, dan daya emulsi – stabilitas emulsi. Beberapa data menggunakan analisis deskriptif meliputi nilai pH, total asam laktat dan jumlah sel pertumbuhan mikroba (*Total Plate Count*) dari air perendaman koro pedang. Beda nyata diantara rerata perlakuan digunakan uji beda nyata DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) dengan taraf uji 5%.

Hasil analisis menunjukkan bahwa tepung koro pedang termodifikasi dengan fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* pada perlakuan variasi pH 3, 4, dan 5 dan lama fermentasi 8, 16, 24, dan 32 jam diperoleh kesimpulan bahwa nilai derajat putih tepung koro pedang terfermentasi *Lactobacillus plantarum* lebih putih daripada tepung koro pedang terfermentasi spontan. Nilai derajat putih tertinggi sebesar 89,406 pada perlakuan pH 4 dan lama fermentasi 24 jam; tepung koro pedang terfermentasi *Lactobacillus plantarum* memiliki kadar protein lebih tinggi daripada tepung koro pedang terfermentasi spontan. Kadar protein tertinggi sebesar 34,77% db pada perlakuan pH 4 dan lama fermentasi 8 jam. Namun, semakin lama fermentasi kadar protein semakin menurun; daya dan stabilitas buih tepung koro pedang terfermentasi *Lactobacillus plantarum* memiliki nilai lebih tinggi daripada tepung koro pedang terfermentasi spontan. Nilai daya buih tepung koro pedang terfermentasi menurun dari 496,00 ml/g hingga 266,67 ml/g seiring penambahan waktu fermentasi; dan uji efektivitas terhadap tepung koro pedang terfermentasi *Lactobacillus plantarum* menunjukkan bahwa perlakuan terbaik diperoleh pada perlakuan pH 4 dan lama fermentasi 24 jam.

## SUMMARY

**Physical, Chemical, and Functional Properties of Modified Jack Bean (*Canavalia ensiformis* L.) Flour Fermented by *Lactobacillus plantarum***; Laili Masithoh Kurniana; 101710101001; 2015: 98 pages; Department of Agricultural Product Technology, Faculty of Agriculture Technology, University of Jember.

Jack bean (*Canavalia ensiformis* L.) is one of the agricultural commodities that has great potential as an alternative staple food based on local ingredients. The example of food products development from jack bean are soybean, milk, nuggets, sausages, meatballs and sauce. The high carbohydrate and protein content of jack bean make it possible to be develop as functional food ingredient like flour. However, the processing of legume varieties into functional food ingredient still has shortcoming, which is the functional properties. Fermentation in flour production can improve and enhance the flour characteristics of jack bean. Modified jack bean flour fermented by *Lactobacillus plantarum* was expected to produce nutritional and functional characteristics better than spontaneous fermentation. This research was aimed to determine physical, chemical, and functional modified jack bean flour fermented by *Lactobacillus plantarum*.

This study started with creating starter culture of *L. plantarum* formulation media which are eligible to be used as starter cultures and ready to use. Then, cracked the jack bean seeds, soaked it in solution of citric acid with a pH variation 3, 4, and 5 and given UV light for 30 minutes. The starter culture of *Lactobacillus plantarum* was inoculated with 10% v / v in fermentation media and incubated at 37° C with 0, 8, 16, 24, and 32 hours incubation time.

This study was designed in randomized block design (RAK) consisted of two factors and replicated two times. Factor A is variety of pH with pH level of 3, 4, and 5; and factor B is variation of incubation time with duration of 8, 16, 24, and 32 hours. Analysis data used ANOVA include of whiteness, water content, ash content,

protein content, fat content, carbohydrate content, WHC - OHC, foaming value – stability, and emulsion value – stability. Some data used descriptive analysis include of pH value, total cell count of lactic acid (Total Plate Count) and microbial growth of jack bean water fermentation. Significant difference between treatment used DMRT real difference test (Duncan Multiple Range Test) with test level of 5%.

The analysis showed that the modified jack bean flour fermented by *Lactobacillus plantarum* in the treatment of various pH 3, 4, and 5 and incubation time of 8, 16, 24, and 32 hours has higher whiteness value than jack bean spontaneous fermented flour. The highest whiteness value was 89,406 at pH 4 treatment and 24 hours incubation time; modified jack bean flour fermented by *Lactobacillus plantarum* has higher protein content than jack bean spontaneous fermented flour. The highest protein content of 34.77% db was at pH 4 treatment and 8 hours incubation time. However, longer incubation times made the protein content decreased; foaming value – stability of modified jack bean flour fermented by *Lactobacillus plantarum* has higher value than jack bean spontaneous fermented flour. Foaming value of modified jack bean flour decreased from 496.00 ml / g to 266.67 ml / g with longer incubation time; and the effectivity test of modified jack bean flour fermented by *Lactobacillus plantarum* showed that the best treatment was obtained at pH 4 treatment and 24 hours incubation time.

## PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul : *Karakteristik Fisik, Kimia, dan Fungsional Tepung Koro Pedang (Canavalia ensiformis L.) Termodifikasi dengan Fermentasi menggunakan Lactobacillus plantarum*. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan keharibaan Nabi Muhammad SAW, karena dengan perjuangan beliau, kita berada dalam tuntutan risalah suci. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari kendala-kendala yang ada, namun berkat dukungan dan arahan dari berbagai pihak, akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik, oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Yuli Witono, S.Tp, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
2. Ir. Giyarto, M.Sc., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, Dosen Pembimbing Akademik, dan Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, kritik, saran, tenaga, dan pikiran dalam penulisan skripsi ini;
3. Ahmad Nafi', S.Tp., M.P. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, kritik, saran, tenaga, dan pikiran dalam penulisan skripsi ini;
4. Dr. Ir. Jayus dan Nurud Diniyah, S.Tp., M.P., selaku Dosen Ketua Penguji dan Dosen Penguji Anggota yang telah meluangkan waktu, perhatian, dan koreksi dalam penulisan skripsi ini;
5. Segenap teknisi Laboratorium Jurusan Teknologi Hasil Pertanian (Bu Sary, Bu Ketud, Bu Neny, Pak Mistar, dan Mbak Wim);
6. “*My Lovely Family*”, Ayah Ali Imron dan Ibu Isnatun, Ayah Ali Imron dan Ibu Isnatun, Kakak Muhayat Zamroni dan Evi Astrien Maspupah, serta Adik Athaya

Sukma Putri Arjita dan Saufayardha Fahmi Jibril yang telah memberikan perhatian dan dukungan moral spiritual;

7. “*My Soulmate friend*”, drh. Riski Rostantinata, dan “*My Encourage Friend*”, Arsyita Zeinka, Sabrina Arindhani, Sayi Hatiningsih, Ayu Mayzuhroh, Dyah Ayu Savitri, Iga Vivien Noorvita, Prisca Magdalena, Ernawati, Septy Handayani, Sielvy Gustantin, Biinarti Agustina, Habib Firdaus, Afif Amiludin, Rahman El Hakim, serta INFINITE – Inspirit Fanpage. Thanks for all, for Your encouragement, spirit, and never leaving me alone.
8. Seluruh teman – teman Fakultas Teknologi Pertanian angkatan 2010 yang memberi dukungan moral;
9. Semua pihak yang memberikan dukungan dan bantuan terhadap Karya Tulis Ilmiah ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan.

Penulis menerima segala kritik dan saran yang bersifat membangun dari berbagai sisi.

Penulis juga berharap, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan semua pihak.

Jember, 12 Mei 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 .....	xx
<b>BAB 1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Perumusan Masalah .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Tujuan Penelitian .....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Manfaat Penelitian .....</b>	<b>3</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Karakteristik Fisik Tanaman Koro Pedang.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Karakteristik Kimia Tanaman Koro Pedang.....</b>	<b>5</b>
<b>2.3 Komponen Antigizi Biji Koro Pedang .....</b>	<b>5</b>
<b>2.4 Tepung Koro Termodifikasi.....</b>	<b>7</b>
<b>2.5 Fermentasi Pada Pembuatan Tepung Koro Pedang Termodifikasi .</b>	<b>9</b>
<b>2.6 <i>Lactobacillus plantarum</i> .....</b>	<b>10</b>
<b>2.7 Sifat Fungsional Protein .....</b>	<b>14</b>

2.7.1	<i>Water Holding Capacity</i> (WHC) .....	15
2.7.2	<i>Oil Holding Capacity</i> (OHC) .....	16
2.7.3	Aktivitas Emulsi dan Stabilitas Emulsi.....	16
2.7.4	Daya Buih dan Stabilitas Buih.....	17
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>18</b>
<b>3.1</b>	<b>Tempat dan Waktu Penelitian .....</b>	<b>18</b>
<b>3.2</b>	<b>Bahan dan Alat Penelitian.....</b>	<b>18</b>
<b>3.3</b>	<b>Metodologi Penelitian .....</b>	<b>19</b>
3.3.1	Rancangan Penelitian.....	19
3.3.2	Pelaksanaan Penelitian .....	20
<b>3.4</b>	<b>Parameter Pengamatan .....</b>	<b>26</b>
<b>3.5</b>	<b>Prosedur Pengukuran.....</b>	<b>26</b>
3.5.1	Nilai pH.....	26
3.5.2	Total Asam Laktat Metode Acidi-Alkalimetri .....	26
3.5.3	<i>Total Plate Count</i> (TPC).....	27
3.5.4	Derajat Putih.....	27
3.5.5	Kadar Air.....	28
3.5.6	Kadar Abu .....	29
3.5.7	Kadar Karbohidrat .....	29
3.5.8	Kadar Lemak .....	29
3.5.9	Kadar Protein.....	30
3.5.10	<i>Water Holding Capacity</i> (WHC).....	31
3.5.11	<i>Oil Holding Capacity</i> (OHC) .....	31
3.5.12	Daya Emulsi dan Stabilitas Emulsi .....	32
3.5.13	Daya Buih dan Stabilitas Buih .....	32
3.5.14	Nilai Efektivitas.....	33
<b>3.6</b>	<b>Analisis Data .....</b>	<b>33</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>35</b>
<b>4.1</b>	<b>Populasi <i>Lactobacillus plantarum</i> dalam Air Perendaman</b>	

Biji Koro Pedang selama Fermentasi dengan <i>Lactobacillus plantarum</i> .....	35
<b>4.2 Populasi <i>Lactobacillus plantarum</i> dalam Air Perendaman</b>	
Biji Koro Pedang selama Fermentasi dengan <i>Lactobacillus plantarum</i> .....	37
<b>4.3 Derajat Putih (Whiteness) Tepung Koro Pedang Termodifikasi</b>	39
<b>4.4 Kadar Air Tepung Koro Pedang Termodifikasi .....</b>	41
<b>4.5 Kadar Abu Tepung Koro Pedang Termodifikasi.....</b>	42
<b>4.6 Kadar Lemak Tepung Koro Pedang Termodifikasi .....</b>	44
<b>4.7 Kadar Protein Tepung Koro Pedang Termodifikasi.....</b>	45
<b>4.8 Kadar Karbohidrat Tepung Koro Pedang Termodifikasi.....</b>	46
<b>4.9 <i>Water Holding Capacity</i> (WHC) Tepung Koro Pedang Termodifikasi.....</b>	48
<b>4.10 <i>Oil Holding Capacity</i> (OHC) Tepung Koro Pedang Termodifikasi.</b>	49
<b>4.11 Daya Buih dan Stabilitas Buih Tepung Koro Pedang Termodifikasi</b>	51
<b>4.12 Daya Emulsi dan Stabilitas Emulsi Tepung Koro Pedang Termodifikasi .....</b>	53
<b>4.13 Nilai Efektivitas Tepung Koro Pedang Termodifikasi.....</b>	56
<b>BAB 5. PENUTUP .....</b>	58
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	58
<b>5.2 Saran .....</b>	58
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	59
<b>LAMPIRAN.....</b>	67



**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Karakteristik fisik biji koro pedang .....	5
2.2 Karakteristik kimia koro pedang.....	5
2.3 Karakteristik fisik, kimia, fungsional, dan nutrisonal tepung koro komak termodifikasi secara fermentasi spontan .....	8
2.4 Sifat fungsional protein dalam berbagai sistem produk pangan.....	15
4.1 Total populasi <i>Lactobacillus plantarum</i> pada <i>starter culture</i> .....	35
4.2 Total populasi bakteri asam laktat (BAL) air rendaman biji koro pedang selama fermentasi dengan <i>lactobacillus plantarum</i> .....	36
4.3 Hasil uji efektivitas tepung koro pedang termodifikasi dengan fermentasi menggunakan <i>lactobacillus plantarum</i> pada berbagai variasi pH perendaman dan lama fermentasi .....	57

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Tanaman koro pedang .....	5
2.2 Biji koro pedang.....	5
2.3 Metabolisme heterofermentatif dari <i>Lactobacillus plantarum</i> .....	11
2.4 Metabolisme hemofermentatif dari <i>Lactobacillus plantarum</i> .....	12
3.1 Diagram alir produksi tepung koro pedang ( <i>Canavalia ensiformis</i> L.) dengan fermentasi spontan .....	21
3.2 Diagram alir kultur kerja .....	23
3.3 Diagram alir produksi tepung koro pedang ( <i>Canavalia ensiformis</i> L.) termodifikasi fermentasi menggunakan <i>Lactobacillus plantarum</i> .....	25
4.1 Grafik pertumbuhan BAL (cfu/ml) selama fermentasi menggunakan <i>Lactobacillus plantarum</i> pada air perendaman koro pedang dengan variasi nilai pH dan lama fermentasi.....	37
4.2 Grafik perubahan nilai pH dan total asam laktat air perendaman biji koro pedang selama fermentasi dengan <i>Lactobacillus plantarum</i> pada variasi nilai pH dan lama fermentasi.....	38
4.3 Diagram batang derajat putih ( <i>whiteness</i> ) tepung koro pedang hasil fermentasi dengan <i>Lactobacillus plantarum</i> pada variasi nilai pH dan lama fermentasi.....	40
4.4 Diagram batang kadar air tepung koro pedang hasil fermentasi dengan <i>Lactobacillus plantarum</i> pada variasi nilai pH dan lama fermentasi .....	41
4.5 Diagram batang kadar abu tepung koro pedang hasil fermentasi dengan <i>Lactobacillus plantarum</i> pada variasi nilai pH dan lama fermentasi .....	43
4.6 Diagram batang kadar lemak tepung koro pedang hasil fermentasi dengan <i>Lactobacillus plantarum</i> pada variasi nilai pH dan lama	

fermentasi .....	44
4.7 Diagram batang kadar protein tepung koro pedang hasil fermentasi dengan <i>Lactobacillus plantarum</i> pada variasi nilai pH dan lama fermentasi .....	45
4.8 Diagram batang kadar karbohidrat tepung koro pedang hasil fermentasi dengan <i>Lactobacillus plantarum</i> pada variasi nilai pH dan lama fermentasi .....	47
4.9 Diagram batang <i>Water Holding Capacity</i> (WHC) tepung koro pedang hasil fermentasi dengan <i>Lactobacillus plantarum</i> pada variasi nilai pH dan lama fermentasi.....	48
4.10 Diagram batang <i>Oil Holding Capacity</i> (OHC) tepung koro pedang hasil fermentasi dengan <i>Lactobacillus plantarum</i> pada variasi nilai pH dan lama fermentasi.....	50
4.11 Diagram batang daya buih tepung koro pedang hasil fermentasi dengan <i>Lactobacillus plantarum</i> pada variasi nilai pH dan lama fermentasi .....	51
4.12 Diagram batang stabilitas buih tepung koro pedang hasil fermentasi dengan <i>Lactobacillus plantarum</i> pada variasi nilai pH dan lama fermentasi .....	52
4.13 Diagram batang daya emulsi tepung koro pedang hasil fermentasi dengan <i>Lactobacillus plantarum</i> pada variasi nilai pH dan lama fermentasi .....	54
4.14 Diagram batang stabilitas emulsi tepung koro pedang hasil fermentasi dengan <i>Lactobacillus plantarum</i> pada variasi nilai pH dan lama fermentasi .....	54

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
<b>A. Data Hasil Analisis</b> .....	67
A.1 Perubahan pH air rendaman biji koro pedang .....	67
A.2 Total asam laktat air rendaman biji koro pedang .....	67
A.3 Total bakteri asam laktat air rendaman biji koro pedang .....	68
A.4 Derajat putih tepung koro pedang termodifikasi dengan <i>L.plantarum</i> .....	69
A.5 Kadar air tepung koro pedang termodifikasi dengan <i>L.plantarum</i> .....	69
A.6 Kadar abu tepung koro pedang termodifikasi dengan <i>L.plantarum</i> .....	70
A.7 Kadar lemak tepung koro pedang termodifikasi dengan <i>L.plantarum</i> .....	70
A.8 Kadar protein tepung koro pedang termodifikasi dengan <i>L.plantarum</i> ....	71
A.9 Kadar karbohidrat tepung koro pedang termodifikasi dengan <i>L.plantarum</i>	71
A.10 WHC (Water Holding Capacity) tepung koro pedang termodifikasi dengan <i>L.plantarum</i> .....	72
A.11 OHC (Oil Holding Capacity) tepung koro pedang termodifikasi dengan <i>L.plantarum</i> .....	72
A.12 Daya buih tepung koro pedang termodifikasi dengan <i>L.plantarum</i> .....	73
A.13 Stabilitas buih tepung koro pedang termodifikasi dengan <i>L.plantarum</i> .	73
A.14 Daya emulsi tepung koro pedang termodifikasi dengan <i>L.plantarum</i> ....	74
A.15 Stabilitas emulsi tepung koro pedang termodifikasi dengan <i>L.plantarum</i>	74
A.16 Nilai Efektivitas tepung koro pedang termodifikasi dengan <i>L.plantarum</i>	75
<b>B. Data Sidik Ragam</b> .....	77
B.1 Derajat putih tepung koro pedang termodifikasi dengan <i>L.plantarum</i> .....	77
B.2 Kadar air tepung koro pedang termodifikasi dengan <i>L.plantarum</i> .....	77
B.3 Kadar abu tepung koro pedang termodifikasi dengan <i>L.plantarum</i> .....	77
B.4 Kadar lemak tepung koro pedang termodifikasi dengan <i>L.plantarum</i> .....	78
B.5 Kadar protein tepung koro pedang termodifikasi dengan <i>L.plantarum</i> ....	78
B.6 Kadar karbohidrat tepung koro pedang termodifikasi dengan <i>L.plantarum</i>	78

B.7 WHC (Water Holding Capacity) tepung koro pedang termodifikasi dengan <i>L.plantarum</i> .....	79
B.8 OHC (Oil Holding Capacity) tepung koro pedang termodifikasi dengan <i>L.plantarum</i> .....	79
B.9 Daya buih tepung koro pedang termodifikasi dengan <i>L.plantarum</i> .....	80
B.10 Stabilitas buih tepung koro pedang termodifikasi dengan <i>L.plantarum</i> ..	80
B.11 Daya emulsi tepung koro pedang termodifikasi dengan <i>L.plantarum</i> ....	81
B.12 Stabilitas emulsi tepung koro pedang termodifikasi dengan <i>L.plantarum</i>	81
<b>C. Data Uji Beda Nyata (DMRT)</b> .....	82
C.1 Derajat putih tepung koro pedang termodifikasi dengan <i>L.plantarum</i> .....	82
C.2 Kadar air tepung koro pedang termodifikasi dengan <i>L.plantarum</i> .....	83
C.3 Kadar abu tepung koro pedang termodifikasi dengan <i>L.plantarum</i> .....	84
C.4 Kadar lemak tepung koro pedang termodifikasi dengan <i>L.plantarum</i> .....	85
C.5 Kadar protein tepung koro pedang termodifikasi dengan <i>L.plantarum</i> ....	86
C.6 Kadar karbohidrat tepung koro pedang termodifikasi dengan <i>L.plantarum</i>	87
C.7 WHC (Water Holding Capacity) tepung koro pedang termodifikasi dengan <i>L.plantarum</i> .....	88
C.8 OHC (Oil Holding Capacity) tepung koro pedang termodifikasi dengan <i>L.plantarum</i> .....	89
C.9 Daya buih tepung koro pedang termodifikasi dengan <i>L.plantarum</i> .....	90
C.10 Stabilitas buih tepung koro pedang termodifikasi dengan <i>L.plantarum</i> ..	91
C.11 Daya emulsi tepung koro pedang termodifikasi dengan <i>L.plantarum</i> ....	92
C.12 Stabilitas emulsi tepung koro pedang termodifikasi dengan <i>L.plantarum</i>	93
<b>D. Gambar</b> .....	94
D.1 <i>Plate count</i> populasi BAL selama fermentasi biji koro pedang dengan <i>Lactobacillus plantarum</i> pada variasi nilai pH dan lama fermentasi	95
D.2 Bahan dan perubahan selama fermentasi terkendali biji koro pedang menggunakan <i>Lactobacillus plantarum</i> pada variasi nilai pH	

dan lama fermentasi .....	96
D.3 Tepung koro pedang termodifikasi dengan <i>L.plantarum</i> pada variasi nilai pH dan lama fermentasi.....	97



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Koro pedang (*Canavalia ensiformis* L.) merupakan salah satu komoditas pertanian yang memiliki potensi besar sebagai alternatif bahan pangan pokok berbasis bahan lokal. Harga jual koro pedang antara Rp 2.500,00 - Rp 3.500,00/kg, lebih murah daripada kedelai yang dijual dengan harga Rp 8.000,00/kg (Purwani, 2014). Hal ini mampu menjadi solusi krisis dan impor kedelai yang digunakan untuk pembuatan produk pangan. Ketersediaan kedelai menjadi masalah utama karena jumlah kebutuhan kedelai mencapai 2,2 juta – 2,3 juta ton/tahun, sedangkan produksi kedelai Indonesia hanya 700 – 800 ribu ton/tahun (BPS, 2014). Kekurangan kebutuhan kedelai ini akhirnya ditutupi dengan impor dari Amerika Serikat, Malaysia, dan Ethiopia (Nurmayanti, 2014).

Koro pedang memiliki potensi besar sebagai alternatif bahan pangan karena memiliki komponen karbohidrat sebesar 70,2 g/100 g berat kering dan protein sebesar 21,7 g/100 g berat kering (Subagio *et al.*, 2002). Pengembangan produk pangan dari koro pedang diantaranya adalah tempe, susu, *nugget*, sosis, bakso, dan kecap. Kandungan karbohidrat dan protein yang tinggi tersebut juga berpotensi menjadikan koro pedang sebagai *functional food ingredient* berbentuk tepung. Tepung koro pedang disebut sebagai *functional food ingredient* karena memiliki beberapa sifat fungsional berasal dari kandungan protein yang dimiliki. Sifat fungsional tersebut didefinisikan sebagai sifat fisikokimia intrinsik yang memberikan pengaruh pada bahan pangan dalam sistem pangan meliputi daya serap air dan minyak, daya emulsi, stabilitas emulsi, daya buih, stabilitas buih, dan lain sebagainya. Sifat fungsional ini penting dalam pengolahan dan formulasi produk (Wu *et al.*, 2009). Namun, pengolahan varietas koro menjadi *functional food ingredient* masih memiliki kekurangan. Kekurangan tersebut adalah sifat fungsional seperti daya buih dan stabilitas buih yang rendah (Azmi, 2005).

Salah satu teknologi pengolahan untuk meningkatkan nutrisi dan fungsional produk pangan adalah fermentasi. Hasil penelitian Fitrianingtyas (2013) menyatakan bahwa fermentasi spontan selama 32 jam dan penggunaan pH 5 pada air perendaman

koro komak (*Lablab purpureus* (L.) Sweet) menunjukkan peningkatan karakteristik fisik, kimia, dan fungsional tepung koro komak. Beugre *et al.* (2014) menyatakan juga bahwa dengan fermentasi pada jagung dapat meningkatkan sifat fisik, kimia, dan fungsional tepung jagung. Fermentasi dapat dilakukan secara spontan dan terkendali. Fermentasi spontan merupakan fermentasi tanpa penambahan kultur mikroorganisme sehingga kualitas produk menjadi tidak stabil karena lingkungan yang tidak terkendali dan mikroba yang bervariasi. Sedangkan, fermentasi terkendali merupakan fermentasi yang dilakukan dengan penambahan kultur mikroorganisme terpilih dan biasanya berlangsung lebih cepat.

*Lactobacillus plantarum* merupakan salah satu spesies yang banyak digunakan dalam fermentasi untuk memperbaiki karakteristik nutrisi dan fungsional bahan, khususnya untuk bahan mentah berasal dari biji – bijian, seperti *nigerian ogi* (terbuat dari sorghum) (Gobbeti *et al.*, 2005), *ethiopian kocho* (pati dari *Ensete ventricosum*), ubi jalar, ubi kayu (Panda, 2008), dan *rye bread* (Tafti, 2013). *Lactobacillus plantarum* lebih mudah beradaptasi dengan berbagai kondisi, dapat memfermentasi berbagai jenis karbohidrat, bersifat non patogen (Quatravaux *et al.*, 2006), dan berperan sebagai *Single cell protein* (SCP) sehingga dapat meningkatkan kandungan protein dalam bahan pangan melalui fermentasi (Tandrianto *et al.*, 2014). Selain itu, *Lactobacillus plantarum* merupakan mikroorganisme yang memiliki aktivitas proteolitik lebih tinggi dibandingkan *Streptococcus thermophilus* sehingga dapat digunakan untuk memodifikasi sifat fungsional protein pada bahan pangan (Puchades *et al.*, 1989).

Produksi tepung koro pedang termodifikasi dengan fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* diharapkan dapat menghasilkan karakteristik nutrisi dan fungsional tepung yang baik. Upaya untuk mengetahui pengaruh selama fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* pada koro pedang diperlukan kajian terhadap perubahan – perubahan sifat fisik, kimia, dan fungsional tepung koro pedang termodifikasi.

## 1.2 Perumusan Masalah

Produksi varietas koro menjadi *functional food ingredient* masih memiliki kekurangan. Kekurangan tersebut adalah sifat fungsional seperti daya buih dan



stabilitas buih yang rendah. Teknologi pengolahan untuk meningkatkan nutrisi dan fungsional produk pangan adalah fermentasi. Fermentasi yang digunakan adalah fermentasi dengan *Lactobacillus plantarum*. Pada fermentasi koro pedang, kondisi media fermentasi dikondisikan dalam suasana asam yaitu variasi pH 3, 4, dan 5 dengan asam sitrat. Pengkondisian pH tersebut bertujuan untuk mengoptimalkan pertumbuhan *Lactobacillus plantarum* dan menekan pertumbuhan mikroorganisme kontaminan yang tidak toleran dengan kondisi asam. Selain itu, koro pedang difermentasi dengan lama fermentasi 8, 16, 24, dan 32 jam. Lama fermentasi tersebut merupakan waktu yang memungkinkan terjadinya perubahan karakteristik pada koro pedang akibat fermentasi. Berdasarkan hal tersebut, maka perlu diketahui pengaruh fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* terhadap karakteristik tepung koro pedang termodifikasi.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik fisik, kimia, dan fungsional tepung koro pedang termodifikasi hasil fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* variasi pH 3, 4, dan 5 dengan lama fermentasi 8, 16, 24, dan 32 jam.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat untuk :

- a. Meningkatkan nutrisi dan fungsional koro pedang sebagai *functional food ingredient* berbentuk tepung melalui fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum*,
- b. Meningkatkan nilai ekonomis koro pedang sebagai *functional food ingredient* yang sebelumnya hanya untuk benih dan *farmacies ingredient*.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Karakteristik Fisik Tanaman Koro Pedang

Tanaman koro pedang dikenal dengan nama antara lain : *chickasaw lima bean*, *brazilian broad bean*, *coffee bean*, *ensiform bean*, *horse bean*, *mole bean*, *go-ta-ki*, *overlook bean*, *pearson bean*, *watanka*, dan *raba de burro* (Stephens, 1994). Tanaman koro pedang dalam ilmu botani dibedakan ke dalam dua tipe tanaman yaitu : koro pedang tumbuh merambat (*climbing*) berbiji merah (*Canavalia gladiata* (jack) DC.) dan koro pedang tumbuh tegak berbiji putih (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.). Tipe merambat (*Canavalia gladiata*) dikenal dengan *swordbean* tersebar di Asia Tenggara, India, Myanmar, Ceylon dan negara-negara Asia Timur (Anonim, 2009).

Koro pedang termasuk tanaman tahunan berbentuk semak- semak dengan tinggi sekitar 1- 2,5 meter. Polong tanaman koro pedang berisi sekitar 8-20 biji. Tanaman ini tumbuh merambat dan ketinggiannya mencapai 10 m (Lindriati, 2007). Gambar koro pedang dapat dilihat pada **Gambar 2.1** dan **2.2**.



**Gambar 2.1.** Tanaman koro pedang (koleksi petani ATHRI Bondowoso)



**Gambar 2.2.** Biji koro pedang (koleksi penulis)

Biji koro pedang memiliki panjang sekitar  $\frac{1}{2}$  -  $\frac{3}{4}$  inchi, agak pipih dan lebar, berbentuk oval, berwarna putih dengan pusat berwarna hitam sepanjang  $\frac{1}{3}$  panjang biji (Stephens, 1994; Rubatzky dan Yamaguchi, 1998). Berikut pada **Tabel 2.1** merupakan karakteristik fisik biji koro pedang.

**Tabel 2.1** Karakteristik fisik biji koro pedang

Karakteristik fisik	Maks.	Min.
Panjang biji (cm)	2,05	1,61
Lebar biji (cm)	1,39	1,08
Tebal biji (cm)	0,98	0,70
Berat 100 biji (g)	132,60	122,7

Sumber : Subagio *et al.*, 2003.

## 2.2 Karakteristik Kimia Biji Koro Pedang

Koro pedang memiliki komponen protein yang tinggi, menjadikan protein koro- koroan mempunyai potensi sebagai alternatif pengganti protein hewani. Koro pedang telah terbukti dapat dimanfaatkan untuk bahan dasar tempe, kecap, substitusi tahu, dan penambah gizi flake umbi (Tamtarini *et al.*, 1997; Maryanto *et al.*, 2003). Tempe koro pedang memiliki rasa alkoholis akibat terfermentasinya pati koro pedang. Pada substitusi pembuatan tahu, maksimum penambahan koro pedang adalah 20%. Apabila lebih dari 20% akan membuat tekstur tahu lembek dan mudah hancur. Hal ini diakibatkan kandungan protein 7S dan 11S dari koro pedang rendah (Tamtarini *et al.*, 1997). Selain itu, sebagai bahan tambahan dalam pembuatan flake umbi, penambahan koro dapat meningkatkan kandungan protein (Maryanto *et al.*, 2003). Karakteristik kimia biji koro pedang ditunjukkan pada **Tabel 2.2**.

**Tabel 2.2** Karakteristik kimia biji koro pedang

Karakteristik Kimia	Jumlah g/100 g $\pm$ STDEV
Air	8,4 $\pm$ 0,1
Protein	21,7 $\pm$ 2,1
Lemak	4,0 $\pm$ 0,3
Karbohidrat	70,2 $\pm$ 4,2
Abu	2,9 $\pm$ 0,1

Sumber : Subagio *et al.*, 2002

## 2.3 Komponen Antigizi Koro Pedang

Biji koro – koroan pada umumnya memiliki komponen antigizi. Komponen antigizi yang mengganggu kesehatan bila dikonsumsi antara lain

tannin, asam fitat, tripsin, *cymotrypcine inhibitor*, dan HCN (Anonim, 2010). Senyawa toksik terbanyak adalah HCN dan asam fitat. HCN yang terdapat pada koro pedang sebesar 11,2 mg/100 g berat kering (Akpapunam dan Sefa-Dedeh, 1997) dan asam fitat sebesar 0,56% – 0,75%/100 g (Anonim, 2010).

Asam hidroziyanine (HCN) merupakan senyawa racun yang dapat mengganggu kesehatan. Gangguan kesehatan dapat berupa pusing, lemah badan, kekacauan mental, sainosis, dan koma. Senyawa ini terikat pada tanaman sebagai glikosida diantaranya amigdalin, durrin, dan linamarin. Racun ini dapat larut dalam air dan dapat dihilangkan dengan pemitongan, pencucian, perendaman, fermentasi, dan perebusan (Noor, 1992). Metode perendaman biasanya dilakukan untuk menghilangkan atau mengurangi kandungan antinutrisi. Media perendaman dapat berupa air, larutan garam, atau alkali. Perendaman dapat dilakukan untuk menurunkan asam sianida (Murni *et al.*, 2008).

Asam fitat mempunyai sifat rakhitogenik (menimbulkan penyakit tulang karena kekurangan kalsium). Asam fitat membentuk garam yang tidak larut apabila berikatan dengan kalsium atau mineral lain, sehingga mineral- mineral tersebut tidak dapat diserap oleh usus (Noor, 1992). Inaktivasi asam fitat dapat dilakukan dengan hidrolisis enzimatis oleh enzim fitase yang terdapat pada bahan tersebut. Perebusan, fermentasi, dan penggorengan dapat diketahui menurunkan kandungan asam fitat (Rokhmah, 2008).

Aksi dari tripsin inhibitor adalah menghambat aktifitas tripsin sehingga daya cerna protein menurun. Mekanisme penghambatan proteolitik oleh senyawa ini adalah melalui : (1) pengaruh pengikatan dan transformasi substrat menjadi produk, (2) menjadikan substrat tidak tersedia, (3) mengganggu biosintesis enzim, (4) meningkatkan kecepatan kemampuan enzim, dan (5) mempengaruhi hormon yang mampu mempengaruhi aktivitas enzim (Noor, 1992). Namun, tripsin inhibitor dapat mencegah timbulnya penyakit kanker (Clemente *et al.*, 1999). Tripsin inhibitor dapat dirusak dengan panas. Destruksi tripsin inhibitor dipengaruhi oleh suhu, lama pemanasan, ukuran partikel, dan kondisi kelembapan. Namun pemanasan berlebihan mampu merusak nilai nutrisi.

Inaktivasi tripsin inhibitor dapat dilakukan dengan perebusan lima menit pada kedelai (Anonim, 2007).

Senyawa fenol seperti tannin bersifat mengikat protein dengan membentuk ikatan silang partial sehingga senyawa protein tidak dapat dicerna. Tanin juga menyebabkan *astringency* dan pencoklatan. Senyawa ini dapat hilang melalui perendaman, fermentasi, dan perebusan (Anonim, 2007).

Secara umum, keberadaan senyawa antigizi menyebabkan cita rasa yang kurang disukai, mengurangi bioavailabilitas nutrisi, dan keracunan tubuh. Koro-koroan perlu diperlakukan proses pendahuluan untuk menghilangkan senyawa antigizi tersebut. Proses tersebut dapat meliputi perendaman, pemanasan, fermentasi, dan perkecambahan (Noor, 1992).

#### **2.4 Tepung Koro Termodifikasi**

Tepung koro termodifikasi merupakan produk turunan dari tepung varietas koro yang menggunakan prinsip memodifikasi karakteristik koro secara fermentasi, sehingga dapat digunakan sebagai *functional food ingredient*. Tepung koro termodifikasi digunakan sebagai *functional food ingredient* karena memiliki beberapa sifat fungsional berasal dari kandungan protein yang dimiliki. Sifat fungsional tersebut didefinisikan sebagai sifat fisikokimia intrinsik yang memberikan pengaruh pada bahan pangan dalam sistem pangan meliputi daya serap air dan minyak, daya emulsi, stabilitas emulsi, daya buih, stabilitas buih, dan lain sebagainya. Sifat fungsional ini penting dalam pengolahan dan formulasi produk (Wu et al., 2009). Teknologi modifikasi dalam pengolahan dilakukan dengan fermentasi spontan atau terkendali pada berbagai penggunaan pH dan lama fermentasi tertentu. Selama fermentasi dengan perendaman, biji koro akan mengalami hidrasi sehingga volumenya menjadi dua kali lebih besar dan memberi kesempatan kepada mikroorganisme untuk berkembang biak dan menurunkan pH air rendaman. Hal ini akan merubah karakteristik produk yang difermentasi (Porres *et al.*, 2003).

Tepung koro termodifikasi tidak berbeda jauh dari tepung dari bahan lain yang berbentuk butiran halus atau sangat halus tergantung proses penggilingannya

dan digunakan untuk keperluan penelitian, rumah tangga, pakan, dan bahan baku industri. Namun, tepung koro termofikasi dapat digunakan sebagai *functional food ingredient* pada pengolahan produk seperti tempe, susu, sosis, *nugget*, *cake*, dan *cookies* (Nafi, 2006). Oleh karena itu, varietas koro mempunyai potensi sebagai pengganti atau substitusi pangan berprotein nabati khusus kedelai yang pemenuhan ketersediaanya harus diimpor.

Hasil penelitian Fitrianingtyas (2013) menyatakan bahwa fermentasi spontan selama 32 jam dan penggunaan pH 5 pada air perendaman biji koro komak (*Lablab purpureus* (L.) Sweet) menunjukkan peningkatan karakteristik fisik, kimia, dan fungsional tepung koro komak. Karakteristik tepung koro komak dengan fermentasi spontan terdapat pada **Tabel 2.3**.

**Tabel 2.3** Karakteristik fisik, kimia, fungsional, dan nutrisi tepung koro komak dengan fermentasi spontan

Karakteristik	Jumlah
Kadar air	8,99%
Kadar abu	2,41%
Kadar protein	30,96%
Kadar protein terlarut	1,30%
Kadar lemak	1,885%
Kadar karbohidrat	55,77%
Nilai kecerahan tepung	87,40
Nilai densitas	1,029
Nilai viskositas dingin	18 mPas
Nilai viskositas panas	25 mPas
<i>Water Holding Capacity</i> (WHC)	1,6 %
<i>Oil Holding Capacity</i> (OHC)	1,37 %
Kadar polifenol	3,41%
Antioksidan	90,56%
Kadar pati	42,72%
Kadar amilosa	30,09%
Kadar amilopektin	12,63%
Total gula	2,82%
Indeks glikemik	41,69

Sumber : Fitrianingtyas, 2013.

## 2.5 Fermentasi Pada Pembuatan Tepung Koro Pedang Termodifikasi

Fermentasi merupakan suatu cara pengolahan dengan memanfaatkan penguraian senyawa dari bahan-bahan kompleks. Senyawa kompleks tersebut terdapat dalam bahan yang diubah menjadi senyawa-senyawa lebih sederhana dengan bantuan enzim yang berasal dari bahan tersebut atau dari mikroorganisme serta berlangsung dalam keadaan yang terkendali (Adawyah, 2007). Fermentasi secara teknik dapat didefinisikan sebagai suatu proses oksidasi anaerobik atau partial anaerobik pada karbohidrat yang menghasilkan alkohol serta beberapa asam, namun terdapat juga fermentasi yang menggunakan substrat protein dan lemak. Hasil penguraiannya adalah air, CO<sub>2</sub>, energi, dan sejumlah asam organik lainnya, seperti asam laktat, asam asetat, dan etanol (Muchtadi dan Ayustaningwarno, 2010). Fermentasi terbagi menjadi dua, yaitu fermentasi spontan dan terkendali (membutuhkan starter). Fermentasi spontan merupakan fermentasi tanpa penambahan kultur mikroorganisme, sehingga produk yang dihasilkan tidak stabil karena mikroorganisme yang tumbuh bervariasi dan lingkungan yang tidak terkendali (Hammes *et al.*, 2003). Sedangkan, fermentasi terkendali merupakan fermentasi yang dilakukan dengan penambahan kultur mikroorganisme terpilih bersama media penyeleksi sehingga fermentasi dapat berlangsung lebih cepat (Rahayu, 2000).

Fermentasi koro – koroan yang dilakukan secara terkendali menggunakan kultur bakteri asam laktat mampu menurunkan kandungan senyawa antigizi seperti fenol, tanin, HCN, dan asam fitat. Selain itu, fermentasi mampu meningkatkan ekstraktibilitas mineral, protein terlarut, digestibilitas protein secara *in vitro*, dan digestibilitas pati (Aguirre, 2008). Porres *et al.* (2003) menyatakan koro – koroan difermentasi dengan tujuan untuk memperbaiki karakteristik sensoris seperti citra rasa dan meningkatkan nilai nutrisinya. Selain itu, dengan kondisi asam dengan menurunkan pH lingkungan fermentasi akan mencegah pertumbuhan mikroorganisme kontaminan seperti bakteri yang tidak toleran terhadap kondisi asam. Perubahan yang terjadi selama fermentasi disebabkan oleh

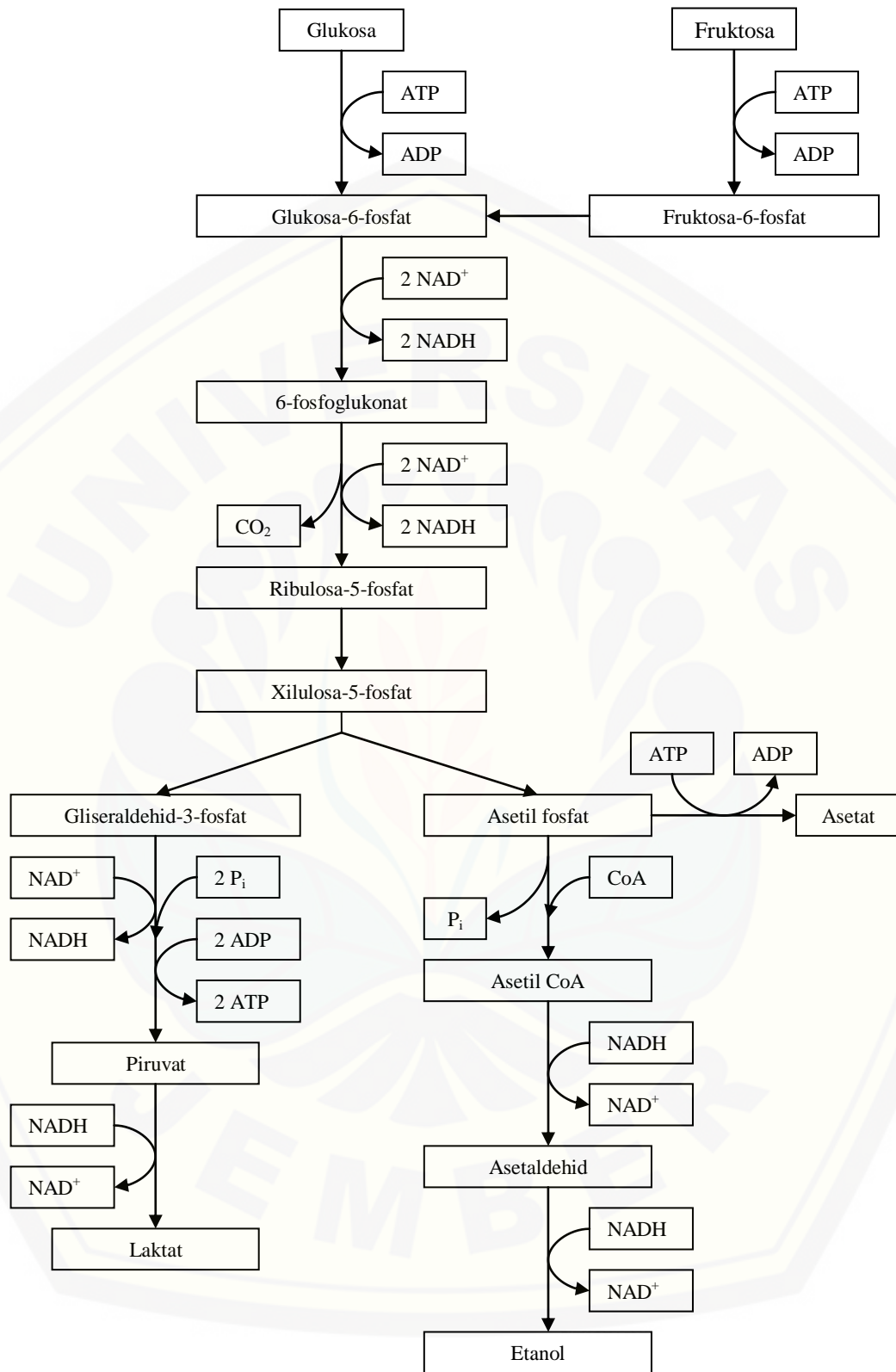
enzim yang secara natural terdapat pada koro dan aktivitas mikroorganisme yang terdapat pada biji koro (Granito *et al.*, 2002).

## 2.6 *Lactobacillus plantarum*

*Lactobacillus plantarum* adalah bakteri asam laktat gram positif berbentuk batang. Bakteri ini dapat tumbuh pada suhu antara 15-45°C dan sampai pada tingkat pH 2. *Lactobacillus plantarum* adalah heterofermentative fakultatif yang memfermentasi gula untuk menghasilkan asam laktat, etanol atau asam asetat, dan karbon dioksida dalam kondisi tertentu dan pada substrat terselektif (Quatravaux *et al.*, 2006). Bakteri ini dapat beralih dari menggunakan sifat heterofermentatif dan bersifat homofermentatif metabolisme bergantung pada sumber karbon. Bakteri ini toleran terhadap asam dan garam empedu, yang memungkinkan untuk bertahan hidup pada bagian saluran pencernaan manusia. *Lactobacillus plantarum* mempunyai dinding sel (peptidoglikan), mempunyai gen yang berkorelasi dengan enzim untuk memecah pentosa dan heksosa, dan mempunyai gen yang dapat mendeteksi untuk phosphotransferase, mannososa, dan sistem transportasi fruktosa (Siezen dan van-Hylckama, 2011).

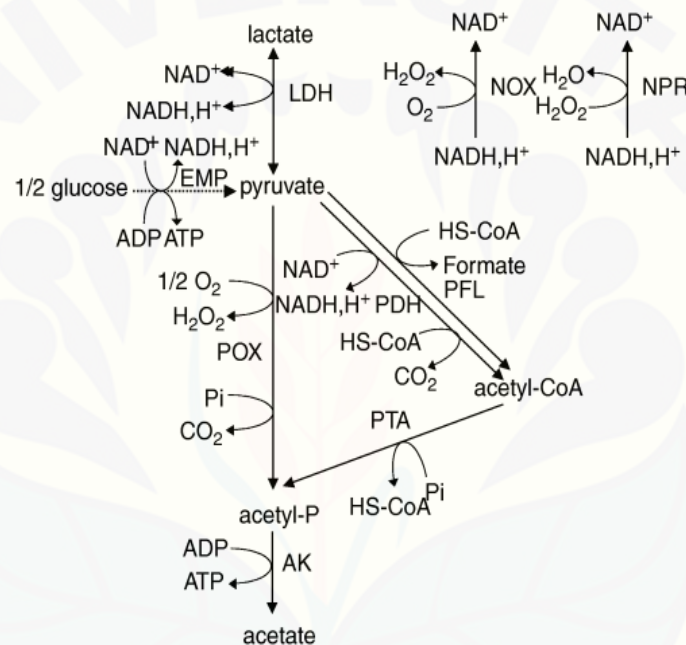
*Lactobacillus plantarum* adalah mikroorganisme anaerob fakultatif atau heterofermentative fakultatif, karena dapat tumbuh dengan adanya dan tidak adanya oksigen. Bakteri ini memiliki enzim untuk fermentasi dalam jalur Embden-Meyerhoff-Parnas dan melalui jalur phosphoketolase. Hal ini memungkinkan bakteri untuk melakukan fermentasi homofermentatif dan heterofermentatif. Fermentasi secara heterofermentatif menghasilkan asam laktat, karbon dioksida, etanol, dan atau asam asetat. Pentosa difermentasi menjadi asam laktat dan asetat melalui phosphoketolase (Kusuma, 2009).





**Gambar 2.3** Metabolisme heterofermentatif dari *Lactobacillus plantarum* (Kusuma,2009)

Pada kondisi aerobik (fermentasi homofermentatif), laktat diubah menjadi asetat dan satu ATP diproduksi melalui dehidrogenase laktat, piruvat oksidase, dan asetat kinase. Selain memproduksi asetat, jalur ini juga membentuk hidrogen peroksida dan karbon dioksida sebagai produk sampingan. Hidrogen peroksida dibentuk oleh konversi oksigen melalui proses tergantung mangan. *L. plantarum* mempunyai reduktase fumarat, yang menunjukkan bahwa bakteri ini memiliki rantai transpor elektron dasar bagi bakteri anaerob (Quatravaux *et al.*, 2006).



**Gambar 2.4** Metabolisme homofermentatif dari *Lactobacillus plantarum* (Quatravaux *et al.*, 2006)

*Lactobacillus plantarum* merupakan bakteri asam laktat yang aman jika ditambahkan dalam pangan karena sifatnya tidak toksik dan tidak menghasilkan toksin, maka disebut *food grade microorganism* oleh *Generally Recognized As Safe* (GRAS) (Daeschel dan Nes, 1995). *Lactobacillus plantarum* telah banyak digunakan dalam produksi industri dan tanaman, makanan, dan produk pakan fermentasi, seperti asinan kubis, *kimchi*, keju, sosis, kubis, buah zaitun, dan silase (Liu *et al.*, 2011). Selain itu, bakteri ini digunakan sebagai kultur starter, dan memberikan kontribusi untuk konservasi, rasa, dan tekstur makanan fermentasi.

*Lactobacillus plantarum* digunakan sebagai kultur starter untuk produksi makanan fermentasi karena mempunyai kemampuan untuk mengasamkan lingkungan makanan dan menghasilkan bakteriosin untuk meningkatkan keamanan pangan serta standarisasi sifat produk makanan. Kinerja pertumbuhan dan ketahanan bakteri ini adalah faktor kunci yang menentukan karakteristik produk akhir (Moghadam *et al.*, 2010).

*Lactobacillus plantarum* pada *sauerkraut*, fermentasi secara spontan pada kubis memunculkan rasa *sauerkraut* bervariasi tergantung pada substrat untuk fermentasi, konsentrasi garam, dan suhu fermentasi. Fermentasi terkendali menggunakan *Lactobacillus plantarum* dapat mempersingkat waktu dibandingkan dengan proses fermentasi lainnya. Selain itu, *Lactobacillus plantarum* yang dominan pada lingkungan asam mengakibatkan penghambatan terhadap pertumbuhan mikroorganisme lainnya. *Lactobacillus plantarum* meningkatkan kualitas akhir produk dari *sauerkraut* dengan mengurangi waktu fermentasi dan pertumbuhan mikroba patogen (Beganovic *et al.*, 2011).

*Lactobacillus plantarum* dapat bertahan hidup di berbagai suhu dan kadar pH saat beberapa ragi pembusukan makanan ditemukan. *Lactobacillus plantarum* menghasilkan aktivitas anti jamur yang bisa menggantikan pengawet sintetis yang berpotensi berbahaya pada produk makanan. Penelitian *Lactobacillus plantarum* terhadap penghambatan *Rhodotorula mucilaginosa* pada jus jeruk dan *yoghurt* menunjukkan aktivitas lebih efektif daripada menggunakan sodium benzoate dan kalium sorbat (Crowley *et al.*, 2012). Pada produk *bakery*, *Lactobacillus plantarum* berperan dalam pengasaman, struktur remah, dan kualitas sensorik (Gianotti *et al.*, 1997). Pada fermentasi pada biji gandum, *Lactobacillus plantarum* dapat menghidrolisis fitat seiring dengan meningkatkan waktu fermentasi dan menurunkan pH selama fermentasi biji gandum (Lopez *et al.*, 2001; Leenhardt *et al.*, 2005). Hasil penelitian Onilude *et al.* (2005), menunjukkan bahwa *Lactobacillus plantarum* mampu menghambat pertumbuhan sporulasi dan sel vegetatif semua spesies *Aspergillus* dalam pembentukan aflatoxin pada *fermented cereal gruels*. Selain itu, *Lactobacillus plantarum* merupakan mikroorganisme yang berperan sebagai *Single cell protein* (SCP) sehingga dapat

meningkatkan kandungan protein dalam bahan pangan melalui fermentasi (Tandrianto *et al.*, 2014). *Lactobacillus plantarum* mampu memproduksi biomassa lebih tinggi 5,75 g/L dibandingkan dengan mikroorganismenya lain seperti *Bacillus licheniformis* sebesar 4,78 g/L, dan *Lactobacillus acidophilus* sebesar 3,65 g/L (Babazadeh *et al.*, 2014).

## 2.7 Sifat Fungsional Protein

Sifat fungsional protein merupakan sifat – sifat protein yang dapat mempengaruhi karakter pangan selama preparasi, pengolahan, penyimpanan, dan berperan dalam kualitas sensoris produk pangan (Sugiyanto dan Manulang, 2001). Sifat fungsional protein berperan dalam pengolahan pangan seperti roti, sosis, kembang gula, es krim, dan sebagainya (Winarno, 2004). Peran sifat protein berhubungan dengan kemampuan protein mengikat air, mengikat minyak, membentuk buih, dan membentuk emulsi. Sifat atau kemampuan ini akan mempengaruhi kualitas produk seperti kenampakan / bentuk, daya tarik, kekompakan struktur produk, dan lain – lain (Avanza, 2012). Kinsella dan Shetty (1985), menyatakan jika memodifikasi sifat – sifat tersebut akan menyebabkan protein akan menimbulkan flavor, tekstur, dan mutu yang berbeda bahkan menjadi lebih baik .

Tiap – tiap jenis protein memiliki sifat fungsional yang berbeda yang disebabkan perbedaan struktur primer, sekunder, tersier, dan kuartener pada protein. Beberapa sifat fungsional protein yang penting meliputi *water holding capacity*, *oil holding capacity*, daya emulsi, dan daya buih. Pada **Tabel 2.4** merupakan sifat fungsional protein dalam berbagai sistem produk pangan.

**Tabel 2.4** Sifat fungsional protein dalam berbagai sistem produk pangan

Sifat Fungsional	Mekanisme	Sistem Produk Pangan	Sumber Protein
Kelarutan	Hidrofilik	Minuman	Protein <i>Whey</i>
Viskositas	Hidrodinamik	Sop, salad, gravy	Protein <i>Whey</i>
Pengikatan air	Hidrasi Ion, ikatan H	Daging, cake, roti	Protein otot/urat, telur
Gelasi	Penarikan air dan immobilisasi, formasi jaringan	Daging, cake, gel, keju	Protein otot/urat, telur, susu
Kohesi / Adhesi	Hidrofobik, hidrasi Ion, ikatan H	Daging, saos, pasta, <i>bakery</i> , makanan panggang	Protein otot/urat, telur, <i>whey</i>
Elastisitas	Hidrofobik, ikatan disulfida	Daging, <i>bakery</i>	Protein otot/urat
Emulsifikasi	Penyerapan formasi film, interfase	Saos, sup, cake, bologna	Protein telur, susu
Buih	Formasi film, penyerapan interfisial	<i>Whiping topping</i> , es krim, cake	Protein telur, susu
Pengkatan lemak dan flavor	Hidrofobik	Daging buatan, <i>bakery</i>	Protein telur, susu

Sumber : Kinsella *et al.*, 1985.

### 2.7.1 *Water Holding Capacity* (WHC)

*Water holding capacity* (WHC) menunjukkan kemampuan fisik pengikatan air melawan gravitasi. Komposisi kimia yang berkaitan erat dengan kapasitas penyerapan air pada tepung adalah protein dan karbohidrat, hal ini diakibatkan oleh sifat hidrofilik dan senyawa penyusun polar yang dimiliki oleh komponen tersebut (Avanza, 2012). WHC bagian faktor penting dari viskositas pada pembuatan sup, saos, dan roti (Granito *et al.*, 2004)

Cheryan (2004), juga menyatakan bahwa protein bersifat hidrofilik dan mempunyai celah – celah polar seperti gugus karboksil dan amino polar yang dapat mengikat ion polar. Kemampuan ini sangat penting dalam *baked food* karena dapat meningkatkan rendemen adonan dan memudahkan penganannya. Jumlah air yang diikat oleh protein mempengaruhi tekstur, *mouthfeel*, dan volume makanan. Selain itu, sifat pengikatan air yang kuat mampu mempertahankan

kesegaran makanan, seperti roti dan biskuit (Koswara, 1995). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Nafi (2006) menyebutkan bahwa nilai WHC pada tepung kaya protein koro kratok dan koro komak masing – masing sebesar 128,6% dan 96,3%.

### 2.7.2 *Oil Holding Capacity* (OHC)

*Oil holding capacity* (OHC) merupakan sifat fungsional penting selain WHC pada tepung yang berperan dalam mempertahankan rasa pada tepung. Komponen kimia dalam bahan pangan yang memiliki mekanisme penyerapan minyak adalah protein karena memiliki senyawa penyusun non polar untuk mengikat lemak (Avanza, 2012). OHC pada tepung potensial digunakan untuk aplikasi pangan, khususnya dalam menyimpan rasa, palabilitas, dan memperpanjang umur simpan produk dengan mereduksi kehilangan air dan minyak (Chel-guerrero *et al.*, 2002).

Kemampuan sifat protein (OHC) pada produk pangan sangat penting karena bertujuan untuk meningkatkan penyerapan minyak pada daging giling dan mencegah penyerapan minyak berlebih seperti pada penggorengan donat dan *pancake*. Sifat protein yang tidak larut (hidrofobik) mempunyai kapasitas penyerapan minyak yang besar dan berpengaruh terhadap sifat tekstural produk (Zayas, 1997). Penyerapan minyak sangat dipengaruhi oleh sumber protein, jumlah protein, kondisi pemrosesan, ukuran partikel, dan suhu. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Nafi (2006) menyebutkan bahwa nilai OHC pada tepung kaya protein koro kratok dan koro komak masing – masing sebesar 72,7% dan 83,2%.

### 2.7.3 Aktivitas Emulsi dan Stabilitas Emulsi

Aktivitas emulsi merupakan suatu dispersi cairan dalam cairan dengan molekul kedua cairan tersebut tidak saling berbaur, tetapi saling antagonistik (Winarno, 1997). Emulsifikasi merupakan kemampuan protein untuk membentuk emulsi dan mempertahankan stabilitas dari emulsi (Sugijanto dan Manulang, 2001). Kemampuan protein untuk membentuk emulsi tersebut dapat dinyatakan

sebagai aktivitas emulsi atau EAI (*Emulsifying Activity Index*) dan dalam area interfasial maksimal per gram protein yang dapat distabilkan (Zayas, 1997).

Pengukuran EAI dilakukan dengan metode spektrofotometri. Pengukuran dilakukan dengan densitas optik larutan emulsi. Aktivitas emulsi dinyatakan sebagai ESI (*Emulsifying Stability Index*) yaitu kemampuan suatu emulsi untuk tetap stabil dan tidak berubah terhadap penggabungan dan flokulasi (Zayas, 1997). Stabilitas emulsi merupakan hal penting diakibatkan standart untuk pemeliharaan sistem saat protein mengalami pemrosesan (Sugijanto dan Manulang, 2001). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Nafi (2006) menyebutkan bahwa nilai emulsi dan stabilitas emulsi tepung kaya protein koro kratok masing – masing sebesar 926,4 m<sup>2</sup>/g dan 55,3 jam. Sedangkan nilai emulsi dan stabilitas emulsi pada tepung kaya protein koro komak masing – masing sebesar 851,6 m<sup>2</sup>/g dan 49,0 jam.

#### 2.7.4 Daya Buih dan Stabilitas Buih

Daya buih merupakan sifat yang terjadi akibat Denaturasi dan agregasi protein selama pengocokan (*whipping*) yang menunjukkan peningkatan volume permukaan yang terdiri atas fase air atau udara. Sedangkan stabilitas daya buih terjadi akibat sifat daya buih dari konfigurasi molekul protein dengan formasi yang kohesif dan viskoelastisitas pada permukaan yang mengelilingi gelembung gas (Sugijanto dan Manulang, 2001; Amadou, 2010). Daya buih suatu protein dalam tepung terdiri dari dua aspek yaitu kemampuan protein membentuk dan menghasilkan buih dalam jumlah tertentu (aktivitas buih) serta kemampuan protein dalam mempertahankan buih dalam waktu tertentu (Mwasaru *et al.*, 1999). Sedangkan, stabilitas buih merupakan kemampuan protein untuk menstabilkan buih yang disebabkan sifat hidrofobik permukaan protein. Sifat hidrofobik protein akan berdifusi dengan cepat diantara permukaan udara dan air dengan mengenkapsulasi partikel udara menjadi formasi buih (Wierenga dan Gruppen, 2010). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Azmi (2005) menyebutkan bahwa nilai daya buih dan stabilitas buih isolat protein koro komak masing – masing sebesar 39,0 ml/g dan 21,0 %.

### BAB 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Pangan dan Hasil Pertanian, Laboratorium Analisis Terpadu, dan Laboratorium Kimia dan Biokimia Pangan Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Waktu penelitian dilaksanakan mulai 18 Juni 2014 sampai 12 Januari 2015.

#### 3.2 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian produksi tepung koro pedang termodifikasi adalah biji koro pedang (*Canavalia ensiformis L.*) diperoleh dari Asosiasi Tani Hutan Rakyat Indonesia (ATHRI), *Mann Rigorose Sharp* agar (MRSA-Merck), *Mann Rigorose Sharp Broth* (MRSB-Merck),  $\text{CaCO}_3$ , skim susu (Anlene), gula halus, kultur *Lactobacillus plantarum* yang di isolasi dari agar tegak koleksi laboratorium mikrobiologi FTP-UGM, asam sitrat, NaOH, HCl, benzena, *iodine*, etanol 95%, Selenium, Spiritus, etanol 97%,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , indikator *methyl red* dan *methyl blue*, SDS,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{NaCO}_3$ , asam borat ( $\text{H}_2\text{BO}_3$ ), dan aquades.

Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi tempeh, bak plastik, *slicer*, loyang, *food processor* merek miyako, *blender* merek miyako, ayakan 70 dan 80 mesh, tabung reaksi, pipet mikro, *blue tip*, corong kaca, *colour reader* merk Minolta (CR-10), botol timbang, cawan pengabuan, oven, tanur merek Naberthem, eksikator, *laminar air flow* merek Crume SA 9005-FL, Inkubator  $37^\circ\text{C}$  merek Heracus Instruments – tipe B-6200, *sentrifuge* Yenaco model YC-1180 dan tabungnya, pH meter Jen Way tipe 3320 (Jerman), *sohxlet* merk Pyrex, neraca analitik merk Ohaus, buret, *vortex* Maxi Max 1 Type 16700, *spectrofotometer*, alat- alat gelas pyrex, erlenmeyer, labu ukur, pembakar bunsen,



batang ose, spatula kaca, beaker, gelas ukur, homogeniser, labu kjehdahl merk Buchi.

### 3.3 Metodologi Penelitian

#### 3.3.1 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri 2 faktor yang masing – masing kombinasi diulang 2 kali untuk mendapatkan standar deviasi. Faktor- faktor yang digunakan adalah :

a. Faktor A (variasi pH) terdiri dari 3 taraf :

A1 : pH 3,0

A2 : pH 4,0

A3 : pH 5,0

b. Faktor B (variasi waktu) fermentasi terdiri dari 4 taraf :

B1 : 8 jam

B2 : 16 jam

B3 : 24 jam

B4 : 32 jam

Dari kedua faktor tersebut diperoleh kombinasi perlakuan sebagai berikut :

A1B1            A2B1            A3B1

A1B2            A2B2            A3B2

A1B3            A2B3            A3B3

A1B4            A2B4            A3B4

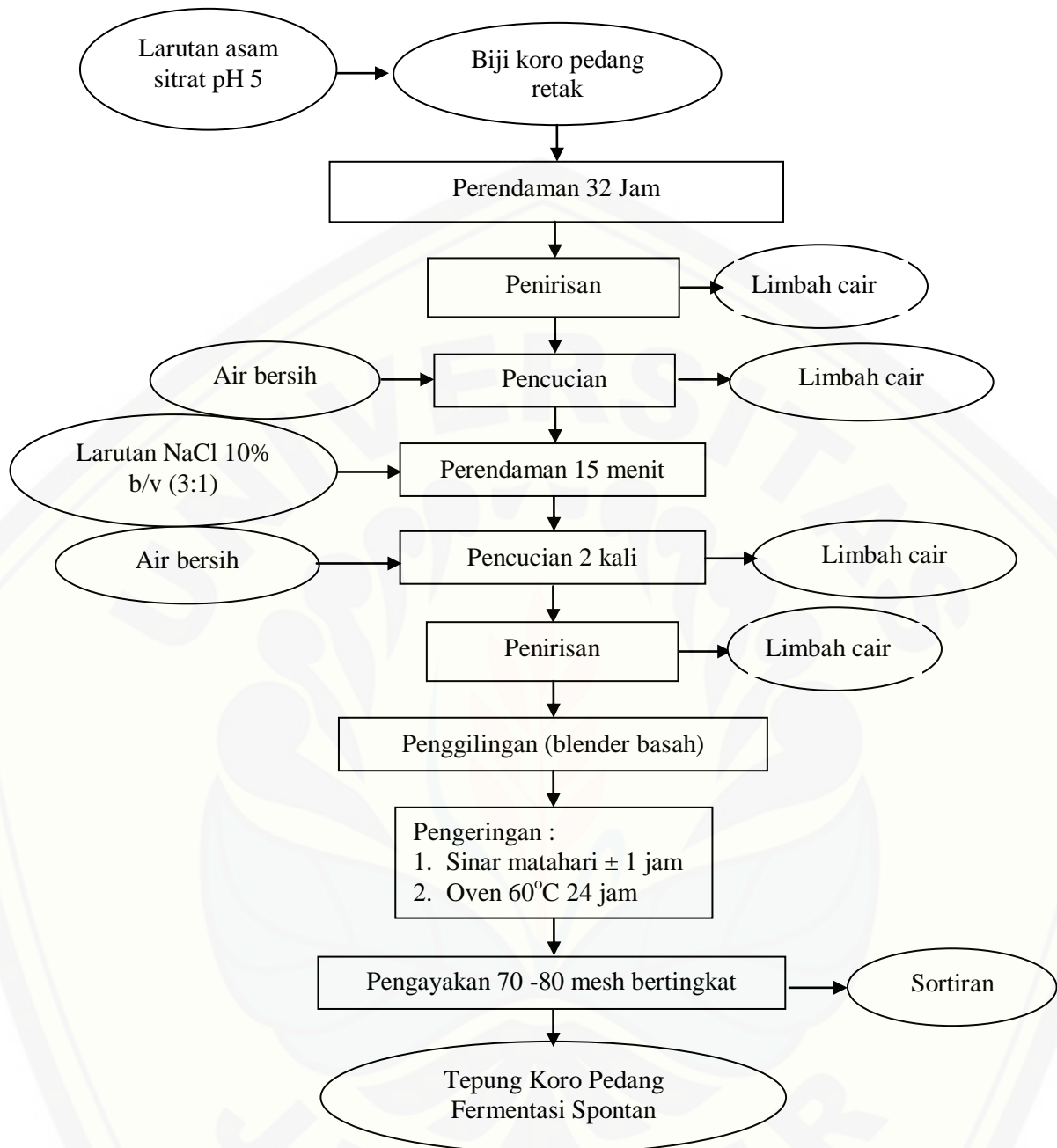
Selain perlakuan dari kombinasi faktor tersebut terdapat perlakuan yang merupakan kontrol. Perlakuan kontrol yaitu tepung koro pedang fermentasi spontan dengan lama fermentasi 32 jam pada pH 5. Hal ini berdasarkan pada nilai kombinasi tertinggi dari hasil uji efektifitas yang dilakukan oleh Fitrianingtyas (2013) pada koro komak (*Lablab purpureus* (L.) Sweet).

### 3.3.2 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian terdiri dari tiga tahap yaitu penyiapan kontrol tepung koro pedang (*Canavalia ensiformis* L.) dengan fermentasi spontan, penyiapan kultur kerja, dan produksi tepung koro pedang termodifikasi dengan fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum*.

(i) Tahap 1. Produksi kontrol tepung koro pedang dengan fermentasi spontan

Produksi tepung koro pedang dilakukan dengan fermentasi spontan. Bahan baku direndam dalam larutan asam sitrat dengan pH 5. Larutan asam sitrat 450 ml pH 5 dibuat dengan menambahkan beberapa tetes larutan asam sitrat 2 M dalam 50 ml, lalu diukur dengan pH meter sampai pH 5. Tahap selanjutnya koro pedang direndam dengan lama waktu 32 jam. Setelah itu dilakukan penirisan dan pencucian. Hal ini untuk menghilangkan air rendaman dan menghentikan fermentasi lalu dilakukan perendaman dengan larutan NaCl 10% dengan perbandingan (1:3) selama 15 menit yang berfungsi menghentikan fermentasi. Kemudian dilakukan pencucian sebanyak dua kali untuk menghilangkan NaCl pada bahan lalu ditiriskan. Setelah itu, penggilingan (blender basah) dan pengeringan menggunakan sinar matahari  $\pm 1$  jam dan dilanjutkan dengan pengeringan oven  $60^{\circ}\text{C}$  selama  $\pm 24$  jam. Koro pedang yang telah kering digiling lalu diayak dengan ayakan 70 dan 80 mesh secara bertingkat (Fitrianiingtyas, 2013). Diagram alir produksi tepung koro pedang (*Canavalia ensiformis* L.) dengan fermentasi spontan pada **Gambar 3.1**.

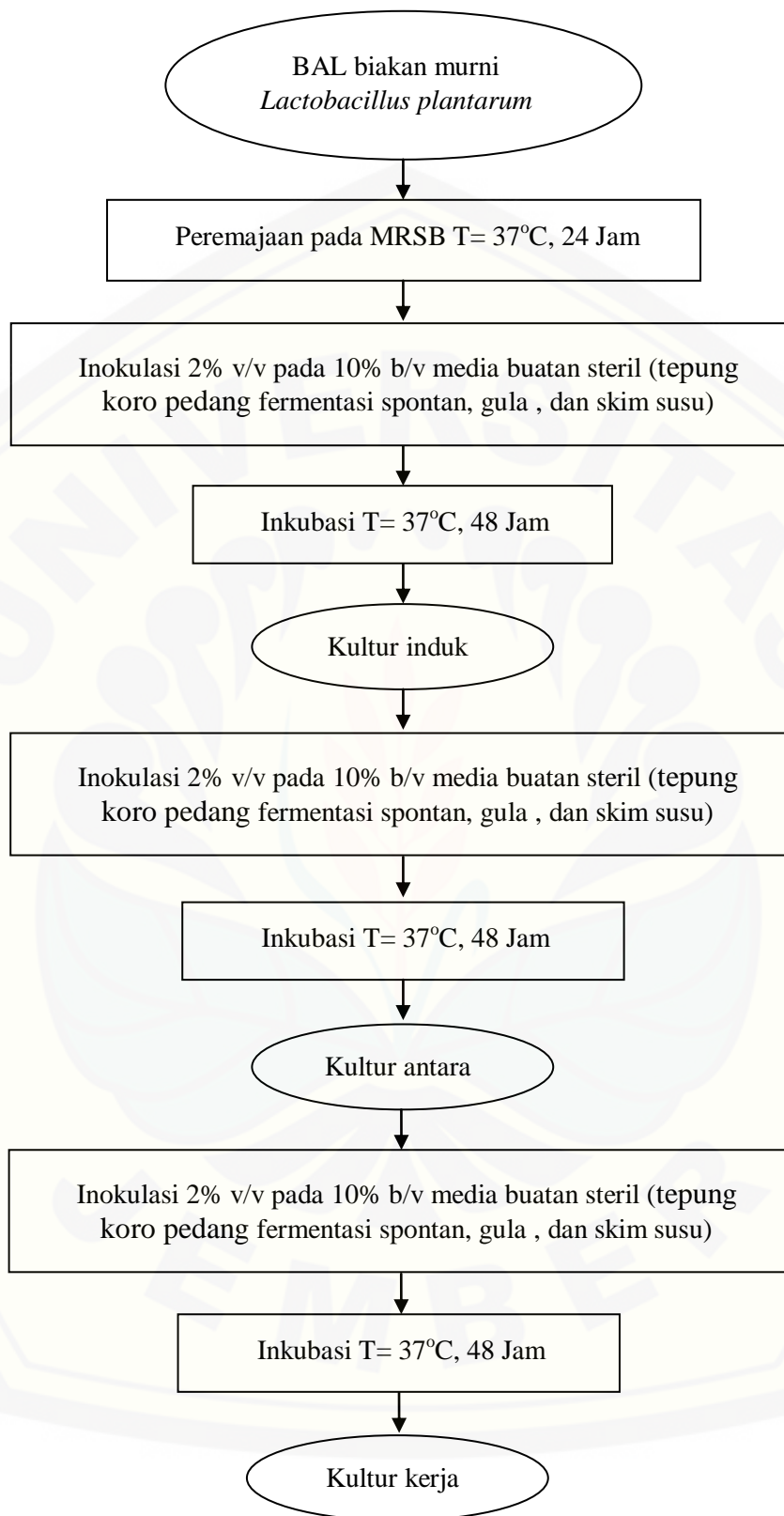


**Gambar 3.1.** Diagram alir produksi tepung koro pedang (*Canavalia ensiformis* L.) dengan fermentasi spontan (Fitrianiingtyas, 2013)

(ii) Tahap 2. Penyiapan kultur kerja

Penyiapan kultur kerja diawali dengan melakukan penyegaran kultur *L. plantarum* pada media MRSB 37 °C selama 24 jam (Rohmi, 2010). Kultur hasil penyegaran sebanyak 2% v/v diinokulasikan pada 10% b/v larutan media buatan steril yang terdiri dari tepung koro pedang fermentasi spontan, gula, skim susu. Media buatan ini kemudian diinkubasi pada suhu 37 °C selama 48 jam, yang disebut sebagai kultur induk. Sebanyak 2% v/v kultur induk diinokulasikan pada larutan media buatan steril untuk dijadikan kultur antara. Sebanyak 2% v/v kultur antara diinokulasikan kembali sebagai kultur kerja (Ouwehand *et al.*, 2001 dengan modifikasi). Diagram alir penyiapan kultur kerja dapat dilihat pada **Gambar 3.2**.

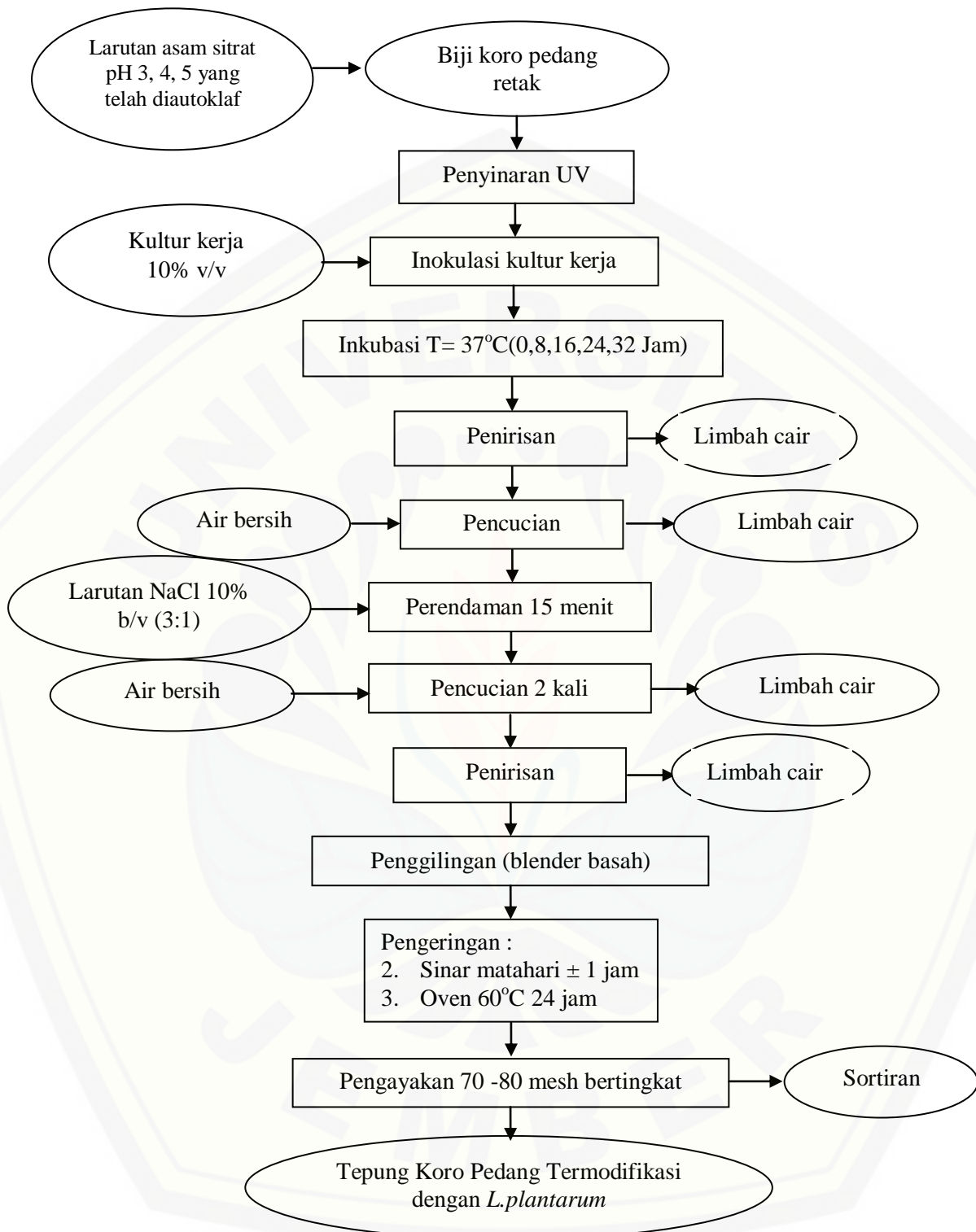
Kultur kerja diencerkan dalam larutan fisiologis pada tabung reaksi, dengan perbandingan 1:9 (untuk 1 ml kultur membutuhkan 9 ml larutan fisiologis), kemudian ditumbuhkan pada media MRSA pengenceran ke 7, 8, 9 dan dihitung populasinya. Larutan fisiologis dibuat dengan 0,85 g garam fisiologis dalam 100 ml aquades untuk menguatkan dinding sel mikroorganisme yang dibiakkan. Kultur yang memenuhi syarat untuk siap dijadikan kultur kerja yaitu yang 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).



**Gambar 3.2.** Diagram alir kultur kerja (Ouweland *et al.*, 2001 dengan modifikasi)

(iii) Tahap 3. Produksi tepung koro pedang termodifikasi dengan fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum*

Produksi tepung koro pedang termodifikasi dilakukan dengan fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum*. Bahan baku direndam dalam larutan asam sitrat dengan variasi pH 3, 4, dan 5 yang telah diautoklaf. Pembuatan larutan asam sitrat 450 ml pH 3, 4, dan 5 dibuat dengan menambahkan beberapa tetes larutan asam sitrat 2 M dalam 50 ml, lalu diukur dengan pH meter sampai pH 3, 4, dan 5. Tahap selanjutnya media perndaman diberi sinar UV selama 30 menit untuk menghilangkan mikroorganime lain karena dapat menghambat fermentasi dengan strain yang terspesifikasi. Setelah itu dilakukan inokulasi kultur BAL 10 % dan diinkubasi pada suhu 37°C dengan lama waktu 0, 8, 16, 24, dan 32 jam. Setelah fermentasi dilakukan penirisan dan pencucian. Hal ini untuk menghilangkan air rendaman dan menghentikan fermentasi lalu dilakukan perendaman dengan larutan NaCl 10% dengan perbandingan (1:3) selama 15 menit yang berfungsi menghentikan fermentasi. Kemudian dilakukan pencucian sebanyak dua kali untuk menghilangkan NaCl pada bahan lalu ditiriskan. Setelah itu, penggilingan (blender basah) dan pengeringan menggunakan sinar matahari ±1 jam dan dilanjutkan dengan pengeringan oven 60°C selama ±24 jam. Koro pedang yang telah kering digiling lalu diayak dengan ayakan 70 dan 80 mesh secara bertingkat. Diagram alir produksi tepung koro pedang (*Canavalia ensiformis* L.) dengan fermentasi terkendali menggunakan *Lactobacillus plantarum* pada **Gambar 3.3**.



**Gambar 3.3.** Diagram alir produksi tepung koro pedang (*Canavalia ensiformis* L.) termodifikasi dengan fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum*.

### 3.4 Parameter Pengamatan

Tepung koro pedang termodifikasi yang dihasilkan dari tahap penelitian eksperimental akan dinilai dalam parameter pengamatan yang terdiri dari beberapa analisis untuk produk yang berbeda yaitu :

- a. Air perendaman fermentasi koro pedang : nilai pH (Apriyantono *et al.*, 1989); total asam laktat metode acidi-alkalimetri (Fardiaz, 1992); dan jumlah sel pertumbuhan mikroba (TPC : *Total Plate Count*) (Harmayani *et al.*, 2001).
- b. Tepung koro pedang termodifikasi : derajat putih (Subagio, 2006); kadar air (AOAC, 2006); kadar abu (AOAC, 2006); kadar protein (metode mikro kjeldahl, AOAC, 2006); kadar lemak (AOAC, 2006); kadar karbohidrat (*by different*, AOAC, 2006); WHC – OHC (Subagio *et al.*, 2006); daya buih – stabilitas buih (Subagio *et al.*, 2003); dan daya emulsi – stabilitas emulsi (Parkington *et al.*, 2000).

### 3.5 Prosedur Pengukuran

#### 3.5.1. Nilai pH (Apriyantono *et al.*, 1989)

Penetapan pH menggunakan pH meter yang telah dilakukan kalibrasi dengan larutan buffer pada pH 4 dan 7. pH meter dinyalakan dan dibiarkan sampai stabil (15 – 30 menit). Elektroda pada pH meter dibilas dengan aliquot sampel atau aquades (jika menggunakan aquades, keringkan elektroda dengan tissue). Setelah itu elektroda dicelupkan ke dalam larutan sampel dan di-set pengukur pH-nya. Elektroda dibiarkan tercelup di dalam larutan selama beberapa saat sampai diperoleh pembacaan yang stabil. Kemudian pH sampel dicatat.

#### 3.5.2. Total asam laktat metode acidi-alkalimetri (Fardiaz, 1992)

Sampel 10 ml ditambah 2 – 3 tetes indikator fenolftalin (pp) 1 % kemudian dititrasi menggunakan larutan NaOH 0,1 N sampai titik akhir titrasi tercapai, yaitu terbentuk warna merah muda tetap. Total asam (b/v) dihitung sebagai persen asam laktat dengan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{ Kadar asam laktat} = \frac{A \times B \times 90}{1000 \times C} \times 100\%$$



Keterangan : A = volume titrasi NaOH 0,1 N (ml)

B = normalitas NaOH (N)

C = volume sampel (ml)

Berat ekuivalen asam laktat = 90

### 3.5.3. Total Plate Count (TPC) (Harmayani *et al.*, 2001)

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 pH 3, 4, dan 5 perlakuan duplo. Suspensi kultur bakteri dibuat dengan cara 5 ml supernatan fermentasi koro pedang 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 koro pedang 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 dan 1%  $\text{CaCO}_3$  sebagai media pertumbuhan bakteri asam laktat. Setelah agar memadat, cawan petri diinkubasi dalam kondisi anaerobik pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$  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  $\text{CaCO}_3$  dengan rumus sebagai berikut :

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

### 3.5.4. Derajat putih (Subagio, 2006)

Penentuan derajat putih dilakukan berdasarkan metode *colour reader*. Sebelum digunakan, *colour reader* dikalibrasi dengan standar. Pengukuran

dialkukan 5 kali ulangan pada masing- masing sampel dengan lima titik yang berbeda. Sejumlah tepung diletakkan dalam cawan, kemudian menarget sampel di tujuh 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:

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

$$L = 94,35 + dL$$

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

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

Keterangan :

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 keputihan.

### 3.5.5. Kadar air (AOAC, 2006)

Botol timbang atau cawan kosong dikeringkan dalam oven selama 15 menit dan dinginkan dalam eksikator kemudian ditimbang (a gram). Sampel ditimbang seberat 1 gram dalam botol timbang (b gram). Cawan atau botol timbang dimasukkan kedalam oven selama 4-6 jam dan hindarkan kontak dengan dinding oven. Cawan atau botol timbang dipindahkan ke dalam eksikator dan setelah dingin ditimbang (setelah 30 menit dalam eksikator). Cawan atau botol timbang kemudian dikeringkan kembali dalam oven selama 30 menit dan setelah didinginkan dalam eksikator ditimbang kembali dan pekerjaan ini dilakukan berulang kali sampai diperoleh berat yang konstan (c gram). Kadar air ditentukan berdasarkan rumus :

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

$$\% \text{ Kadar air (db\%)} = \frac{\text{kadar air(wb\%)}}{(100 - \text{kadar air(wb\%)})} \times 100\%$$

Keterangan : wb (%) : *wet basis* (berat basah)  
db (%) : *dry basis* (berat kering)

### 3.5.6. Kadar abu (AOAC, 2006)

Sebanyak 1 gram sampel ditimbang dalam wadah krus porselen yang telah diketahui beratnya (a), kemudian dilakukan pengabuan dalam tanur pengabuan sampai mencapai suhu 700 °C, selanjutnya krus porselen didinginkan sampai dingin (12 jam). Setelah dingin, krus porselen dimasukkan kedalam eksikator untuk kemudian ditimbang beratnya (b). Kadar abu ditentukan berdasarkan rumus:

$$\% \text{ Kadar abu (wb\%)} = \frac{(b - a)}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kadar abu (db\%)} = \frac{\text{kadar abu(wb\%)}}{(100 - \text{kadar air(wb\%)})} \times 100\%$$

Keterangan : wb (%) : *wet basis* (berat basah)  
db (%) : *dry basis* (berat kering)

### 3.5.7. Kadar karbohidrat (*By Difference*, AOAC, 2006)

Perhitungan kadar karbohidrat dilakukan dengan cara *by difference* dengan rumus :

$$\% \text{ Kadar karbohidrat (wb\%)} = (100\% - (\% \text{air} + \% \text{abu} + \% \text{lemak} + \% \text{protein}))$$

$$\% \text{ Kadar karbohidrat (db\%)} = \frac{\text{kadar karbohidrat(wb\%)}}{(100 - \text{kadar air(wb\%)})} \times 100\%$$

Keterangan : wb (%) : *wet basis* (berat basah)  
db (%) : *dry basis* (berat kering)

### 3.5.8. Kadar lemak (AOAC, 2006)

Kadar lemak ditentukan memakai metode *soxhlet*. Metode *soxhlet* dilakukan dengan cara menimbang sampel sebanyak 1 g (a) dan dimasukkan dalam tabung ekstraksi soxhlet dalam kertas saring yang diketahui beratnya. Sampel dalam kertas saring dioven suhu 60 °C satu malam dan ditimbang (b). Air pendingin dialirkan melalui kondensor dan tabung ekstraksi dipasang pada alat

destilasi dengan pelarut benzena secukupnya selama 4 jam. Setelah residu diaduk, ekstraksi dilanjutkan lagi selama 2 jam dengan pelarut yang sama. Sampel kemudian diambil dan dioven pada suhu 60 °C dan ditimbang (c) (diulang beberapa kali hingga didapat berat konstan). Penentuan berat lemak berdasarkan rumus :

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

$$\% \text{ Kadar lemak (db\%)} = \frac{\text{kadar lemak (wb\%)}}{(100 - \text{kadar air(wb\%)})} \times 100\%$$

Keterangan : wb (%) : *wet basis* (berat basah)

db (%) : *dry basis* (berat kering)

### 3.5.9. Kadar protein (AOAC, 2006)

Kadar protein ditentukan menggunakan metode mikro kjeldahl, dilakukan dengan menimbang sampel sebanyak 0,5 g kemudian dimasukkan ke dalam labu kjeldahl lalu ditambahkan 10 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan 1 g selenium. Destruksi selama 60 menit, ditambahkan 50 ml aquades. Larutan didestilasi dan destilat ditampung di erlenmeyer berisi 30 ml larutan asam borat 4% dan beberapa tetes indikator metil biru dan metil merah (MM dan MB). Titrasi dengan larutan HCl 0,01 N hingga berubah warna ungu. Blanko diperoleh dari cara sama namun tanpa menggunakan sampel dan diganti dengan aquades. Kadar protein dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Kadar Protein (wb\%)} = \frac{(\text{ml HCl sampel} - \text{ml blanko})}{\text{g} \times 1000} \times \text{N HCl} \times 100\% \times 14.008$$

$$\text{Kadar Protein} = \text{Kadar Nitrogen} \times \text{FK}$$

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = 6.25$$

$$\% \text{ Kadar protein (db\%)} = \frac{\text{kadar protein (wb\%)}}{(100 - \text{kadar air(wb\%)})} \times 100\%$$

Keterangan : wb (%) : *wet basis* (berat basah)

db (%) : *dry basis* (berat kering)

### 3.5.10. *Water Holding Capacity (WHC)* (Subagio *et al.*, 2006)

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:

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

Keterangan : a = berat tabung kosong

b = berat sampel yang telah dikurangi dengan kadar air bahan

c = berat air yang terakumulasi dalam sampel

db (%) : *dry basis* (berat kering)

### 3.5.11. *Oil Holding Capacity (OHC)* (Subagio *et al.*, 2006)

Tabung sentrifuse yang kosong dan kering ditimbang (a gram). Pengukuran OHC dilakukan dengan memasukkan 0,05 gram sampel (b gram) ke dalam tabung lalu ditambahkan minyak sebanyak 7 kali berat bhan (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 OHC dengan rumus :

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

Keterangan : a = berat tabung kosong

b = berat sampel yang telah dikurangi dengan kadar air bahan

c = berat air yang terakumulasi dalam sampel

db (%) : *dry basis* (berat kering)

3.5.12. Daya emulsi dan stabilitas emulsi (Parkington *et al.*, 2000)

Sampel ditimbang sebanyak 0,1 gram dan ditambah 100 ml buffer fosfat 0,05 N pH 7. Proses selanjutnya didiamkan 15 menit pada suhu ruang lalu dihomogenizer 5 menit dengan kecepatan sedang. Lalu ditambah 25 ml minyak goreng dan dihomogenizer 3 menit. Pengukuran daya emulsi ada dua yaitu pengukuran aktivitas emulsi dan stabilitas emulsi.

Pengukuran aktivitas emulsi dilakukan dengan mengambil langsung 0,25 ml larutan setelah itu di homogenizer. Sedangkan untuk pengukuran stabilitas emulsi setelah 10 menit dilakukan pengambilan 0,25 ml larutan emulsi bagian atas. Masing- masing ditambahkan 5 ml SDS 0,1% dan divortex. Kemudian dibaca absorbansinya pada panjang gelombang 500 nm. Selanjutnya dilakukan perhitungan aktivitas emulsi dan stabilitas emulsi dengan rumus :

$$EAI = \frac{2 \times 2,303 \times \text{abs} \times \text{dilution}}{c \times (1 - \emptyset) \times 10^4}$$

Keterangan : EAI = *Emulsifying Activity Index*, aktivitas emulsi (m<sup>2</sup>/g)

c = Konsentrasi produk interaksi (g/ml) = (0,1/100-kadar air)

∅ = Fraksi volume minyak(ml/ml) dari emulsi

Abs = Absorbansi

Dilution = Fraksi larutan (SDS + Emulsi)

$$ESI = \frac{(T \times \Delta t)}{\Delta T}$$

Keterangan : ESI = *Emulsifying Stability Index*, Stabilitas emulsi (menit)

T = Absorbansi pada waktu ke- 0 menit

ΔT = Selisih pada waktu ke- 0 menit dengan waktu yang akan dihitung

Δt = Selisih waktu yang akan dihitung

3.5.13. Daya buih dan stabilitas buih (Subagio *et al.*, 2003)

Pengukuran daya buih dilakukan dengan menimbang 0,0625 gram ditambahkan 25 ml buffer fosfat 0,05 M pH 7, lalu dimasukkan ke dalam gelas ukur 100 ml. Volume (ml) awal larutan dicatat, kemudian di homogenizer 10

menit. Pembentukan buih dilakukan dengan pemberian gelembung- gelembung gas yang dihasilkan oleh aerator selama 1 menit dan volume buihnya dicatat. Aerator dihentikan selama 2 menit, dan volume penurunan buih dicatat. Selanjutnya dilakukan perhitungan :

$$\text{Daya Buih} = \frac{(\text{Volume setelah aerasi} - \text{Volume awal})}{\text{Berat sampel} - \text{kadar air sampel}}$$

$$\text{Stabilitas Buih} = \frac{\text{Volume penurunan buih}}{\text{Volume awal}}$$

#### 3.5.14. Nilai Efektivitas (De Garmo et al., 1994)

Nilai efektivitas di menggunakan untuk memnentukan perlakuan terbaik dengan cara memberikan bobot nilai pada masing – masing parameter dengan angka 0 – 1. Bobot nilai berbeda tergantung dari kepentingan masing – masing parameter yang dihasilkan akibat dari perlakuan. Parameter yang di analisis dikelompokkan menjadi 2 kelompok. Kelompok A terdiri dari parameter yang semakin tinggi reratanya semakin baik. Kelompok B terdiri dari parameter yang semakin rendah reratanya semakin baik. Nilai efektifitas ditentukan dengan rumus:

$$\text{Nilai efektifitas} = \frac{(\text{Nilai perlakuan} - \text{Nilai Terjelek})}{(\text{Nilai Terbaik} - \text{Nilai Terjelek})} \times \text{Bobot Normal}$$

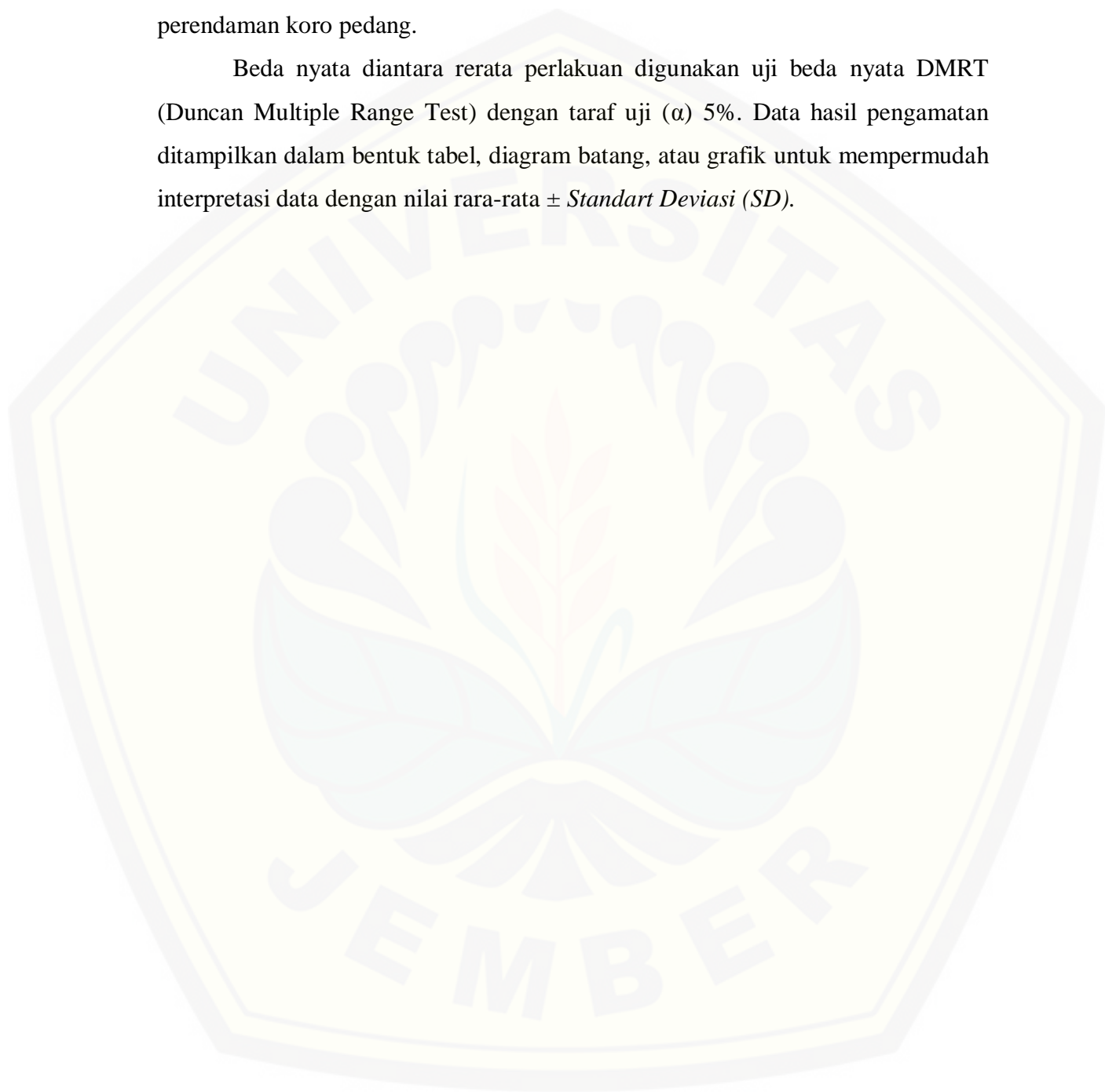
Variabel dengan kelompok A maka nilai terbaik didapat dari nilai tertinggi dan nilai terjelek didapat dari nilai terendah. Sedangkan, variabel dengan kelompok B maka nilai terbaik didapat terendah dari nilai dan nilai terjelek didapat dari nilai tertinggi. Nilai hasil (NH) masing – masing variabel diperoleh dari perkalian bobot normal (BN) dengan nilai efektifitas (NE). Kombinasi terbaik didapat dari nilai hasil semua variabel dengan nilai hasil (NH) tertinggi.

### 3.6 Analisis Data

Pengolahan data penelitian menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap parameter yang diukur meliputi derajat putih, kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar karbohidrat,

WHC – OHC, daya buih – stabilitas buih, dan daya emulsi – stabilitas emulsi. Beberapa data juga menggunakan analisis deskriptif meliputi nilai pH, total asam laktat dan jumlah sel pertumbuhan mikroba (*Total Plate Count*) dari air perendaman koro pedang.

Beda nyata diantara rerata perlakuan digunakan uji beda nyata DMRT (Duncan Multiple Range Test) dengan taraf uji ( $\alpha$ ) 5%. Data hasil pengamatan ditampilkan dalam bentuk tabel, diagram batang, atau grafik untuk mempermudah interpretasi data dengan nilai rata-rata  $\pm$  *Standart Deviasi (SD)*.





## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Populasi *Lactobacillus plantarum* dalam Air Perendaman Biji Koro Pedang Selama Fermentasi dengan *Lactobacillus plantarum*

Populasi mikroorganisme dalam air perendaman biji koro pedang selama fermentasi dengan *Lactobacillus plantarum* dihitung pada lama fermentasi 0, 8, 16, 24, dan 32 jam. Pada tahap awal sebelum perhitungan ini dilakukan uji penerimaan penggunaan kultur kerja *Lactobacillus plantarum*. Uji penerimaan penggunaan *starter culture Lactobacillus plantarum* dilakukan dengan perhitungan populasi BAL (*Lactobacillus plantarum*) pada *starter culture*. Arief *et al.*, (2000) menyatakan bahwa batasan minimal populasi BAL untuk dijadikan *starter culture* yang akan ditambahkan pada media fermentasi produk adalah  $10^8$  -  $10^9$  cfu/ml. Hasil perhitungan jumlah populasi *Lactobacillus plantarum* pada *starter culture* terdapat pada **Tabel 4.1**,

**Tabel 4.1** Total populasi *Lactobacillus plantarum* pada *starter culture*

Kultur BAL	Populasi awal (cfu/ml)
<i>L. plantarum</i>	$1,06 \times 10^9$

*Starter culture* memiliki total populasi *Lactobacillus plantarum* sejumlah  $1,06 \times 10^9$  cfu/ml. Berdasarkan dari perhitungan tersebut, maka *starter culture* pada media pertumbuhan sudah memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan pada media fermentasi produk. Media untuk *starter culture* dibuat dari kombinasi antara susu skim, gula, dan tepung koro pedang dapat bersifat meningkatkan jumlah nutrisi untuk pertumbuhan dari *Lactobacillus plantarum*. Hal ini sesuai Ryan *et al.* (2006) dan Whankaew *et al.* (2010) bahwa tepung dapat menjadi media pertumbuhan yang baik bagi *Lactobacillus plantarum* akibat memiliki sumber karbon.

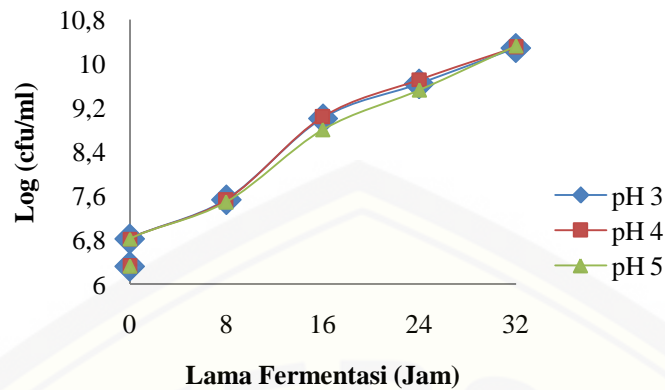
Tahap setelah uji penerimaan *starter culture Lactobacillus plantarum* adalah menambahkan *starter culture* tersebut pada air perendaman koro pedang dengan pH 3, 4, dan 5 dan lama fermentasi 0, 8, 16, 24, dan 32 jam pada suhu

37<sup>0</sup>C. Pada tahap inilah dilakukan perhitungan populasi mikroba dalam air perendaman biji koro pedang setelah fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* dengan perhitungan *total plate count*. Berdasarkan hasil perhitungan total populasi BAL pada lama fermentasi 0 jam sejumlah antara  $6,58 \times 10^6$  -  $6,60 \times 10^6$  cfu/ml. Pola pertumbuhan ini meningkat dengan penambahan waktu fermentasi biji koro pedang berikutnya. Pada lama fermentasi 8 jam total populasi BAL meningkat menjadi antara  $3,10 \times 10^7$  -  $3,38 \times 10^7$  cfu/ml. Proses ini berlanjut pada total populasi BAL pada lama fermentasi 16, 24, dan 32 jam seperti pada **Tabel 4.2**.

**Tabel 4.2** Total populasi bakteri asam laktat (BAL) air rendaman biji koro pedang selama fermentasi dengan *Lactobacillus plantarum*

Lama Fermentasi (Jam)	$\Sigma$ Koloni BAL (cfu/ml)		
	Media Fermentasi pH 3	Media Fermentasi pH 4	Media Fermentasi pH 5
0	$6,58 \times 10^6$	$6,60 \times 10^6$	$6,60 \times 10^6$
8	$3,38 \times 10^7$	$3,33 \times 10^7$	$3,10 \times 10^7$
16	$1,02 \times 10^9$	$1,06 \times 10^9$	$0,62 \times 10^9$
24	$4,29 \times 10^9$	$5,11 \times 10^9$	$3,28 \times 10^9$
32	$2,07 \times 10^{10}$	$1,97 \times 10^{10}$	$1,92 \times 10^{10}$

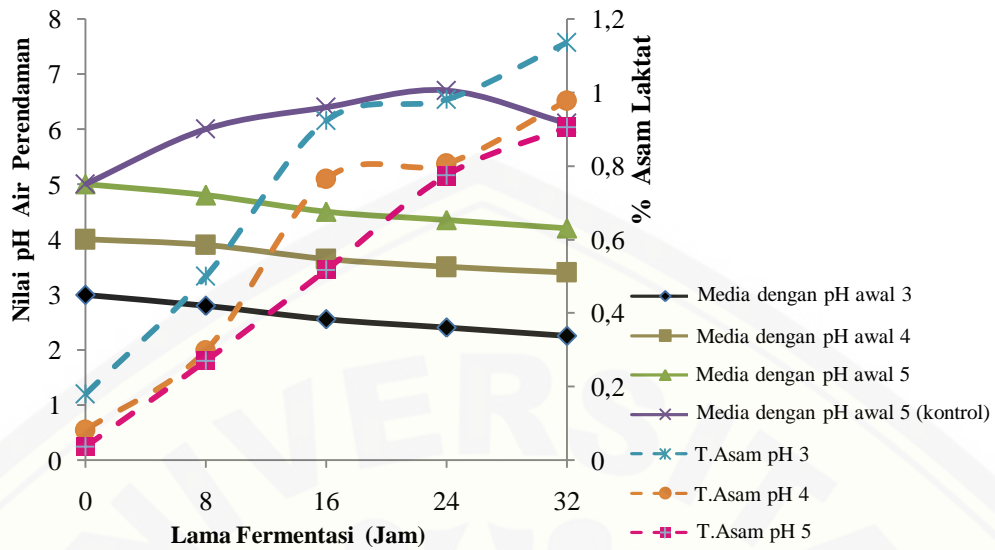
Fermentasi dengan *Lactobacillus plantarum* pada biji koro pedang berfungsi sebagai pencegahan pertumbuhan mikroorganisme kontaminan pada media fermentasi. Hal ini didukung dengan kenaikan total populasi bakteri asam laktat (BAL) per 8 jam (cfu/ml) seperti pada **Gambar 4.1**.



**Gambar 4.1** Grafik pertumbuhan BAL (cfu/ml) selama fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* pada air perendaman koro pedang dengan variasi nilai pH dan lama fermentasi.

#### 4.2 Nilai pH dan Total Asam Laktat Air Perendaman Biji Koro Pedang Selama Fermentasi dengan *Lactobacillus plantarum*

Perendaman dengan pH 3, 4, dan 5 menggunakan asam sitrat bertujuan mengkondisikan lingkungan asam untuk pertumbuhan optimal bakteri asam laktat yang ditambahkan dan menekan pertumbuhan mikroorganisme lain. Nilai pH dan total asam laktat air perendaman biji koro pedang selama fermentasi spontan dan menggunakan *Lactobacillus plantarum* terdapat pada **Gambar 4.2**.



**Gambar 4.2** Grafik perubahan nilai pH dan total asam laktat air perendaman biji koro pedang selama fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* pada variasi nilai pH dan lama fermentasi

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa faktor variasi pH dan lama fermentasi pada fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* menghasilkan nilai pH tertinggi sebesar 4,8 pada faktor variasi pH 5 dengan lama fermentasi 8 jam, sedangkan nilai pH terendah sebesar 2,25 pada faktor variasi pH 3 dengan lama fermentasi 32 jam. Pada **Gambar 4.2** semakin lama fermentasi maka nilai pH semakin menurun. pH air rendaman mengalami penurunan dari pH awal yaitu dari pH 3 menjadi pH 2,2-2,8; dari pH 4 menjadi pH 3,4-3,9; dan dari pH 5 menjadi pH 4,2-4,8. Sedangkan pada fermentasi spontan (kontrol) nilai pH mengalami naik dan turun akibat variasi mikroorganisme yang tumbuh dalam air perendaman biji koro pedang yang tidak terkendali.

Berdasarkan hasil tersebut maka jenis bakteri yang tumbuh pada fermentasi terkendali adalah jenis asidofilik. Penambahan bakteri asam laktat dapat menghasilkan pH yang rendah pada substrat dengan media sesuai sehingga menimbulkan suasana asam. Hal ini sesuai dengan pernyataan Buckle *et al.*(1978) bahwa *Lactobacillus plantarum* dapat meningkatkan keasaman pada substrat. Penurunan pH paling besar terjadi pada 16 jam pertama dan 16 jam berikutnya (fermentasi 32 jam). pH yang menurun diakibatkan beberapa jenis asam organik

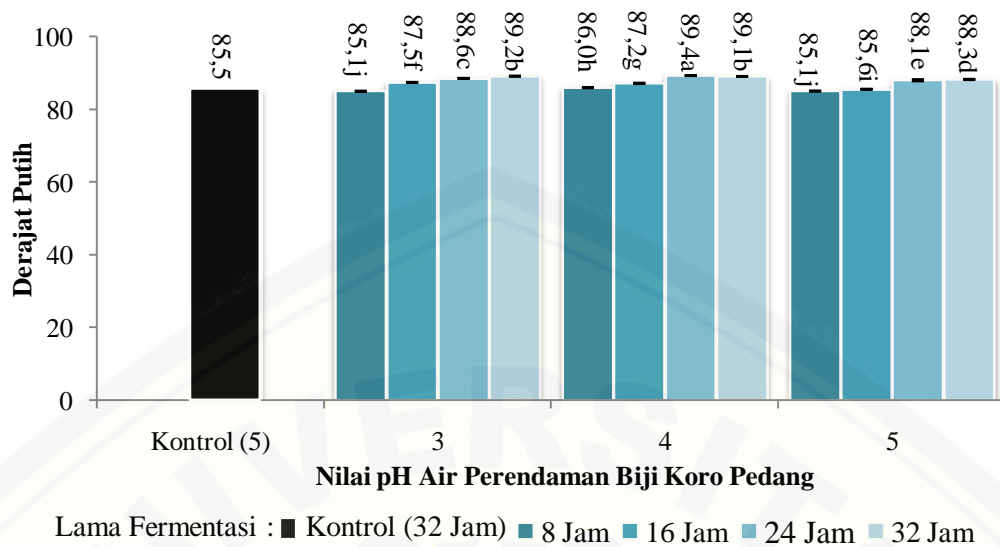
yang dihasilkan bakteri asam laktat antara lain asam laktat dan asam asetat, serta sedikit asam propionat dan asam butirir (Giraud *et al.*, 2002).

Schwan (1998) menyatakan bahwa kesempurnaan reaksi fermentasi diukur dari laju perubahan pH (keasaman) biji akibat transformasi senyawa gula menjadi asam laktat oleh bakteri asam laktat. Hasil metabolisme bakteri asam laktat akan mempengaruhi tingkat keasaman di permukaan biji maupun keping biji. Hal ini disebabkan reaksi biokimia kompleks dalam kotiledon akibat difusi metabolit asam organik dari mikroba yang berpenetrasi ke dalam keping biji selama fermentasi.

Seiring penurunan nilai pH dari nilai pH awal, total asam laktat larutan mengalami peningkatan (**Gambar 4.2**) dengan bertambahnya waktu fermentasi. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa total asam laktat tertinggi sebesar 1,136% pada faktor variasi pH 3 dan lama fermentasi 32 jam, sedangkan total asam laktat terendah sebesar 0,270% pada faktor variasi pH 5 dan lama fermentasi 8 jam. Total asam laktat dipengaruhi oleh nilai pH air perendaman biji koro pedang, semakin rendah nilai pH air perendaman biji koro pedang maka semakin tinggi total asam laktatnya dan sebaliknya semakin tinggi nilai pH air perendaman biji koro pedang maka semakin rendah total asam laktatnya. Pengaruh lama fermentasi dan peningkatan total asam laktat akibat aktivitas *Lactobacillus plantarum* terhadap biji koro pedang menyebabkan warna larutan perendaman semakin lama semakin keruh dan hijau muda kekuningan dari semula yang bening.

#### **4.3 Derajat Putih (*Whiteness*) Tepung Koro Pedang Termodifikasi**

Derajat putih (*whiteness*) tepung koro pedang termodifikasi dipengaruhi secara nyata ( $P < 0.05$ ) dengan selang kepercayaan 95% terdapat pada **Lampiran B.1** oleh perlakuan variasi nilai pH dan lama fermentasi. Nilai derajat putih tepung koro pedang termodifikasi berkisar antara 85,120 - 89,406 terdapat pada **Gambar 4.3**.

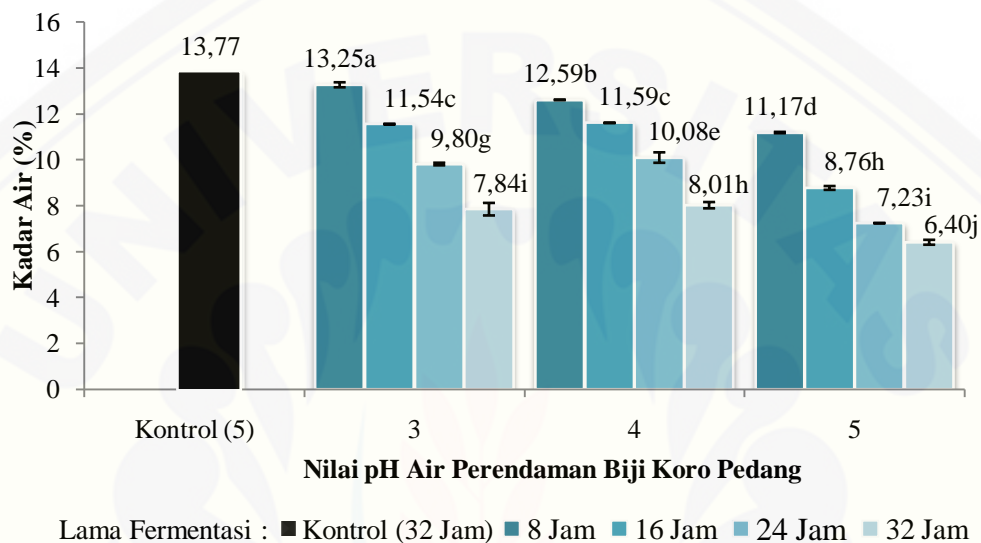


**Gambar 4.3** Diagram batang derajat putih (*whiteness*) tepung koro pedang termodifikasi dengan fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* pada variasi nilai pH dan lama fermentasi

Hasil analisis nilai derajat putih (*whiteness*) menunjukkan nilai tertinggi terdapat pada perlakuan pH 4 dengan lama fermentasi 24 jam sebesar 89,406. Nilai derajat putih (*whiteness*) ini lebih tinggi dibandingkan dengan nilai derajat putih (*whiteness*) tepung koro pedang fermentasi spontan. Hasil uji lanjut Duncan pada tepung koro pedang termodifikasi dapat diketahui bahwa perlakuan pH 3, lama fermentasi 8 jam tidak berbeda nyata dengan perlakuan pH 5, lama fermentasi 8 jam. Selain itu, pada perlakuan pH 3 dengan lama fermentasi 32 jam dan perlakuan pH 4 dengan lama fermentasi 32 jam juga menunjukkan bahwa perlakuan tidak berbeda nyata. Namun, pada perlakuan lainnya menunjukkan perberbedaan nyata yaitu perlakuan pH 4 dengan lama fermentasi 8 jam. Derajat putih (*whiteness*) tepung koro pedang termodifikasi mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi. Hal ini diakibatkan total asam laktat selama fermentasi akan meningkat seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi sehingga kondisi media fermentasi menjadi asam. Keadaan asam tersebut akan menghalangi reaksi *mailard* dan menurunkan kadar senyawa pemicu *browning* seperti tanin, asam fitat, fenol, serta tripsin inhibitor (Porres *et al.*, 2003; Winarno, 2004).

#### 4.4 Kadar Air Tepung Koro Pedang Termodifikasi

Hasil analisis kadar air tepung koro pedang termodifikasi dengan fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* diperoleh kadar air tertinggi sebesar 13,257% db, pada perlakuan pH 3 dengan lama fermentasi 8 jam terdapat pada **Gambar 4.4**.



**Gambar 4.4** Diagram batang kadar air tepung koro pedang termodifikasi dengan fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* pada variasi nilai pH dan lama fermentasi

Berdasarkan data analisis kadar air pada **Gambar 4.4**, kadar air tepung koro pedang termodifikasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* dengan perlakuan variasi nilai pH dan lama fermentasi memiliki kadar lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan tepung koro pedang terfermentasi spontan (13,774% db). Hasil ini memenuhi syarat kadar air yang aman untuk tepung yaitu <14%, sehingga dapat mencegah pertumbuhan kapang (Dennissa, 2014). Berdasarkan analisis ragam ( $P < 0.05$ ) dengan selang kepercayaan 95% pada **Lampiran B.2**, kadar air produk dipengaruhi secara nyata oleh perlakuan nilai pH dan lama fermentasi. Hasil uji lanjut Duncan dapat diketahui bahwa kadar air tepung koro pedang termodifikasi berbeda nyata satu sama lain. Namun pada perlakuan pH 4 dengan lama fermentasi 16 tidak berbeda nyata dengan perlakuan

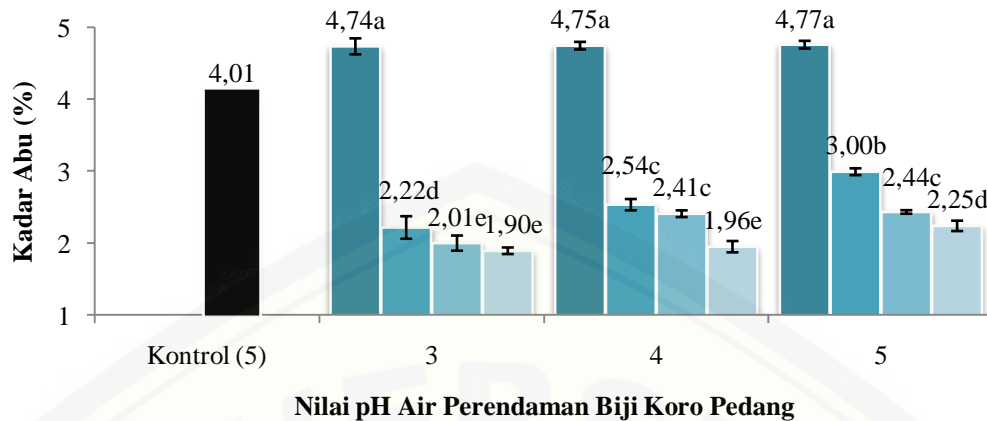
pH 3 dengan lama fermentasi 16. Hal ini juga terjadi pada pH 4 dengan lama fermentasi 32 yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan pH 5 dengan lama fermentasi 16.

Penambahan waktu fermentasi dan kesesuaian kondisi media fermentasi akan meningkatkan pertumbuhan bakteri yang menyebabkan perubahan glukosa menjadi karbondioksida dan air semakin tinggi (Naveena *et al.*, 2005), sehingga jumlah air rendaman biji koro pedang akan bertambah. Perendaman akan memberikan kesempatan kepada koro pedang untuk menyerap air (hidrasi). Air rendaman akan meresap melalui pori – pori kulit dan kotiledon biji koro pedang yang retak sehingga berat dan volumenya menjadi lebih besar. Pembengkakan pada biji koro pedang akibat hidrasi bersifat dapat balik yang disebabkan terjadinya perubahan bentuk turgor dinding sel dan granula pati (Moses *et al.*, 2012). Pembengkakan ini mempengaruhi sifat penyerapan dan pengikatan komponen dalam sel terhadap air. Turgor sel dan granula pati yang telah membengkak cenderung memiliki rongga antar sel yang lebih besar, sehingga selama pengeringan air yang dimiliki oleh bahan lebih mudah terlepas. Semakin lama proses perendaman biji koro pedang, maka semakin rendah kadar air dari tepung koro pedang termodifikasi.

#### **4.5 Kadar Abu Tepung Koro Pedang Termodifikasi**

Kadar abu tepung koro pedang termodifikasi tertinggi sebesar 4,766% db, pada perlakuan pH 5 dengan lama fermentasi 8 jam. Hasil analisis kadar abu tepung koro pedang termodifikasi dengan fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* pada perlakuan variasi pH dan lama fermentasi menunjukkan penurunan seperti terlihat pada **Gambar 4.5**.





Lama Fermentasi : ■ Kontrol (32 Jam) ■ 8 Jam ■ 16 Jam ■ 24 Jam ■ 32 Jam

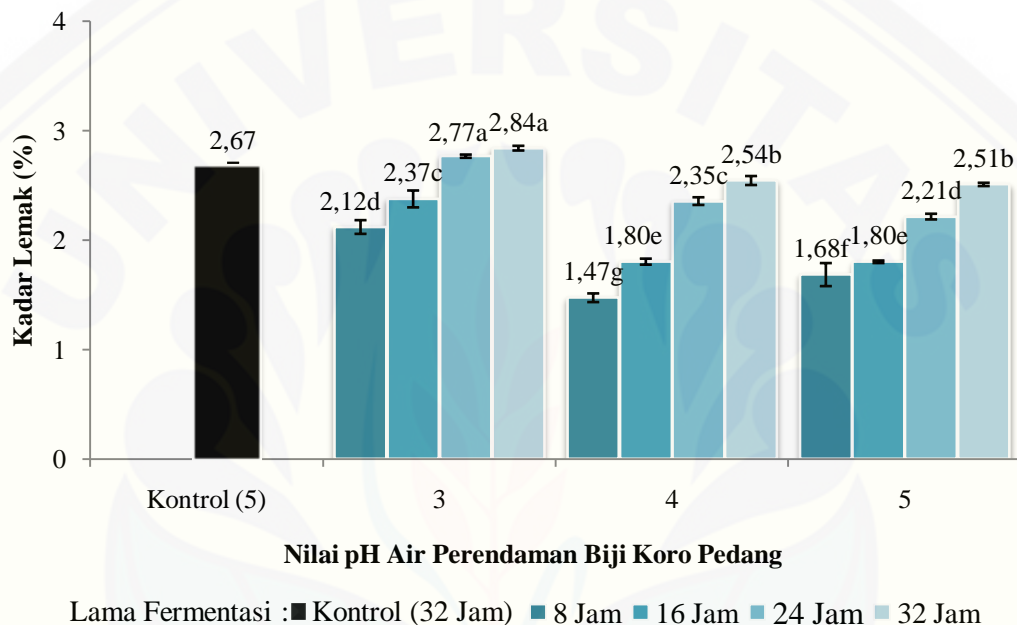
**Gambar 4.5** Diagram batang kadar abu tepung koro pedang termodifikasi dengan fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* pada variasi nilai pH dan lama fermentasi

Kadar abu tepung koro pedang termodifikasi berdasarkan analisis ragam ( $P < 0.05$ ) dengan selang kepercayaan 95% pada **Lampiran B.3** dipengaruhi secara nyata oleh perlakuan variasi nilai pH dan lama fermentasi. Hasil uji lanjut duncan menunjukkan bahwa perlakuan pH 3, 4, dan 5 dengan lama fermentasi 8 jam tidak berbeda nyata, namun menunjukkan perbedaan nyata perlakuan pada lama fermentasi 16, 24, dan 32 jam. Penurunan kadar abu ini akibat aktivitas bakteri asam laktat yang menghasilkan enzim *phytase* sehingga menghidrolisis senyawa fitat yang melindungi mineral. Enzim *phytase* dapat mendukung pelepasan ion mineral sehingga kelarutan mineral bertambah. Hal ini sesuai dengan pendapat Lopez *et al.* (2001); Leenhardt *et al.* (2005); dan Panda *et al.* (2008) bahwa asam fitat ( $\text{InsP}_6$  – *myoinositol hexaphosphat*) melindungi beberapa komponen mineral sehingga ketersediannya menjadi terbatas tetapi dengan fermentasi BAL akan mendegradasi asam fitat dan meningkatkan bioavailabilitas mineral bahan pangan.

Lama fermentasi menyebabkan peningkatan total bakteri sehingga kemampuan hidrolisis fitat juga semakin meningkat. Semakin lama fermentasi pada biji koro pedang akan membuat mineral yang mengalami pelepasan ion cenderung lebih mudah larut dalam air yang digunakan dalam perendaman biji koro pedang dan akhirnya terbuang saat penepungan.

#### 4.6 Kadar Lemak Tepung Koro Pedang Termodifikasi

Kadar lemak tepung koro pedang termodifikasi tertinggi sebesar 2,848% db, pada perlakuan pH 3 dengan lama fermentasi 8 jam. Hasil analisis kadar lemak tepung koro pedang termodifikasi dengan fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* pada perlakuan variasi pH dan lama fermentasi menunjukkan peningkatan seperti terlihat pada **Gambar 4.6**.



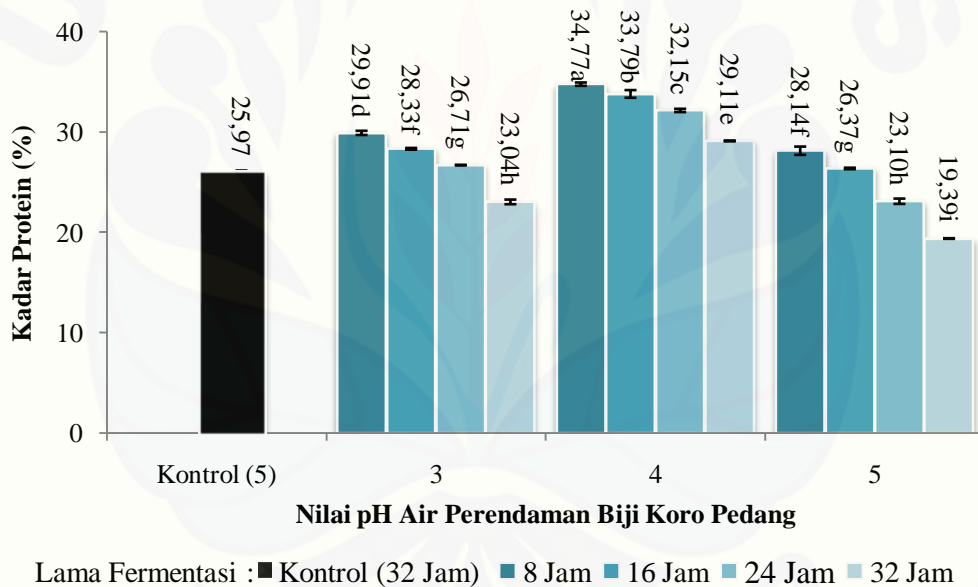
**Gambar 4.6** Diagram batang kadar lemak tepung koro pedang termodifikasi dengan fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* pada variasi nilai pH dan lama fermentasi

Kadar lemak tepung koro pedang termodifikasi berdasarkan analisis ragam ( $P < 0.05$ ) dengan selang kepercayaan 95% terdapat pada **Lampiran B.4** dipengaruhi secara nyata oleh perlakuan variasi nilai pH dan lama fermentasi. Hasil uji duncan menunjukkan bahwa perlakuan variasi lama fermentasi berpengaruh nyata pada lama fermentasi 8, 16, dan 24 jam, namun tidak berbeda nyata saat lama fermentasi 32 jam. Peningkatan kadar lemak diakibatkan oleh aktivitas bakteri asam laktat, *Lactobacillus plantarum* yang memproduksi minyak selama proses fermentasi (Akindumila *et al.*, 1998). Mikroorganisme seperti setiap sistem sel hidup lainnya, menghasilkan lipid atau lemak. Minyak tersebut digunakan pada setiap periode pertumbuhan sebagai kebutuhan energi, dan

dianggap sebagai sumber komoditas dari minyak. Minyak yang yang dihasilkan disebut sebagai *single cell oil* (SCO), yang merupakan hampir sama dengan *single cell protein* (SCP) yang biasa digunakan untuk menunjukkan protein yang berasal dari mikroorganisme sel tunggal (Kurniati *et al.*, 2012).

#### 4.7 Kadar Protein Tepung Koro Pedang Termodifikasi

Kadar protein tepung koro pedang termodifikasi tertinggi sebesar 34,766% db, pada perlakuan pH 4 dengan lama fermentasi 8 jam. Hasil analisis kadar protein tepung koro pedang termodifikasi dengan fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* pada perlakuan variasi pH dan lama fermentasi menunjukkan penurunan seperti terlihat pada **Gambar 4.7**.



**Gambar 4.7** Diagram batang kadar protein tepung koro pedang termodifikasi dengan fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* pada variasi nilai pH dan lama fermentasi

Kadar protein tepung koro pedang termodifikasi hasil analisis ragam ( $P < 0.05$ ) dengan selang kepercayaan 95% terdapat pada **Lampiran B.5** dipengaruhi secara nyata oleh perlakuan variasi nilai pH dan lama fermentasi. Hasil uji lanjut Duncan antar perlakuan dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan nyata, namun perlakuan pH 5 dengan lama fermentasi 24 jam tidak berbeda nyata

dengan perlakuan pH 3 dengan lama fermentasi 32 jam. Hasil analisis protein perlakuan pH 4 memiliki kadar protein lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan pH 3 dan 5. Pada kondisi perlakuan pH 4 diprediksi protein tepung koro pedang termodifikasi mengalami titik isoelektrik sehingga rendemen protein yang dimiliki meningkat.

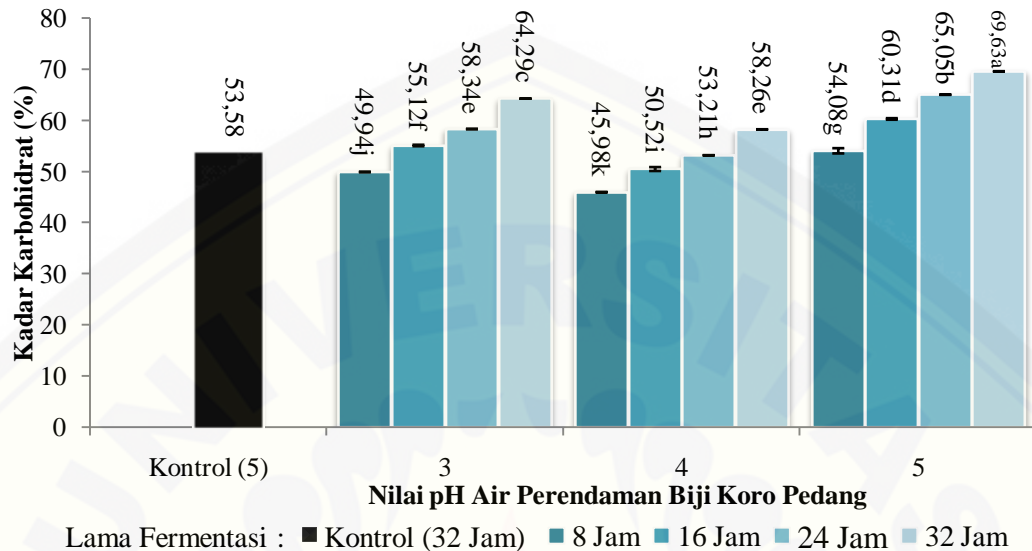
*Lactobacillus plantarum* berperan sebagai *Single cell protein* (SCP) akan meningkatkan kadar protein. Namun, seiring bertambahnya waktu fermentasi kadar protein bahan akan menurun (Tandrianto *et al.*, 2014). Waluyo (2004) menyatakan bahwa bakteri asam laktat merupakan mikroorganisme yang membutuhkan sumber karbon dan nitrogen untuk keperluan hidupnya sebagai sumber energi dan sintesa bahan. Pemanfaatan nitrogen pada protein tersebut mengakibatkan kadar protein menurun. Selain itu, kadar protein tepung koro pedang termodifikasi yang menunjukkan penurunan seiring dengan semakin bertambahnya waktu fermentasi diakibatkan oleh rusaknya dinding sel biji koro pedang sehingga terjadi liberasi komponen terlarut termasuk juga protein.

Pada saat fermentasi terjadi aktivitas proteolitik oleh bakteri asam laktat. Bakteri asam laktat akan menghasilkan asam organik dan menyebabkan penurunan pH. Selanjutnya penurunan pH ini akan mendegradasi protein menjadi senyawa yang lebih sederhana yaitu peptida dan asam amino. Saeed (2013), menyatakan juga bakteri asam laktat menghasilkan enzim protease ekstraselular maupun intraselular yang dapat memicu terjadinya proteolisis. Peningkatan waktu fermentasi menyebabkan semakin banyak enzim proteinase yang dihasilkan, sehingga kadar protein larut dalam air perendaman dan terbuang pada penepungan. Hal ini menyebabkan kadar protein tepung koro pedang termodifikasi menjadi semakin rendah.

#### **4.8 Kadar Karbohidrat Tepung Koro Pedang Termodifikasi**

Kadar karbohidrat tepung koro pedang termodifikasi tertinggi sebesar 69,625% db, pada perlakuan pH 5 dengan lama fermentasi 32 jam. Hasil analisis kadar karbohidrat tepung koro pedang termodifikasi dengan fermentasi

menggunakan *Lactobacillus plantarum* pada perlakuan variasi pH dan lama fermentasi menunjukkan peningkatan seperti terlihat pada **Gambar 4.8**.



**Gambar 4.8** Diagram batang kadar karbohidrat tepung koro pedang termodifikasi dengan fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* pada variasi nilai pH dan lama fermentasi

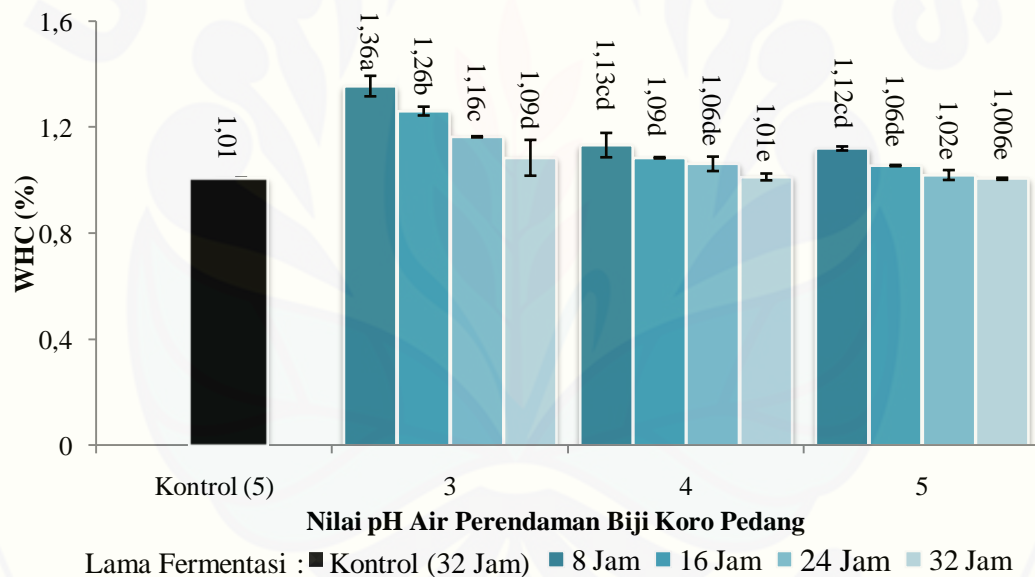
Kadar karbohidrat tepung koro pedang termodifikasi berdasarkan analisis ragam ( $P < 0.05$ ) dengan selang kepercayaan 95% terdapat pada **Lampiran B.6** dipengaruhi secara nyata oleh perlakuan variasi nilai pH dan lama fermentasi. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata kadar karbohidrat, namun pada perlakuan pH 3, lama fermentasi 24 jam menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata dengan perlakuan pH 4, lama fermentasi 32.

Kadar karbohidrat semakin meningkat seiring semakin lama fermentasi diakibatkan penghitungan kadar karbohidrat menggunakan metode *by difference* yang besar kadarnya tergantung besar kecil dari kadar air, abu, lemak, dan protein. Hal ini didukung oleh pernyataan Winarno (1997), bahwa perhitungan kadar karbohidrat suatu bahan pangan dapat dihitung secara perbedaan antara jumlah kandungan air, protein, lemak dan secara perbedaan antara jumlah kandungan air, protein, lemak dan abu dengan rumus karbohidrat yaitu  $100\% - (\text{protein} + \text{lemak} + \text{abu} + \text{air})$ . Kulit dari biji koro pedang yang ikut terfermentasi juga dapat menambah rendemen kadar karbohidrat. Bagian kulit merupakan bagian yang banyak terdiri atas serat seperti selulosa, lignin, dan polisakarida lainnya.

Bagian ini sebagian besar tidak mudah larut dalam air, sehingga bakteri - bakteri pembentuk asam organik akan lebih mudah dalam mengkonsumsinya dan merubahnya menjadi senyawa yang lebih sederhana (Randazzo *et. al.*, 2004).

#### 4.9 Water Holding Capacity (WHC) Tepung Koro Pedang Termodifikasi

*Water Holding Capacity* (WHC) tepung koro pedang termodifikasi tertinggi sebesar 1,356%, pada perlakuan pH 3 dengan lama fermentasi 8 jam. Hasil analisis *Water Holding Capacity* (WHC) tepung koro pedang termodifikasi dengan fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* pada perlakuan variasi pH dan lama fermentasi menunjukkan penurunan seperti terlihat pada **Gambar 4.9**.



**Gambar 4.9** Diagram batang nilai WHC tepung koro pedang termodifikasi dengan fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* pada variasi nilai pH dan lama fermentasi

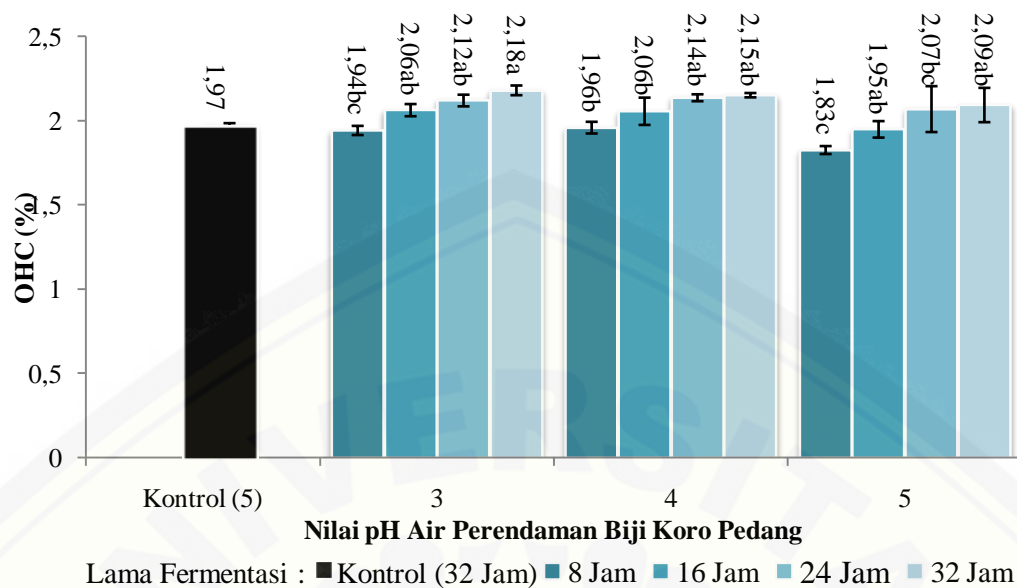
*Water Holding Capacity* (WHC) tepung koro pedang termodifikasi berdasarkan analisis ragam ( $P < 0.05$ ) dengan selang kepercayaan 95% terdapat pada **Lampiran B.7** dipengaruhi secara nyata oleh perlakuan variasi nilai pH dan lama fermentasi. Hasil uji lanjut Duncan dapat diketahui bahwa nilai WHC tepung koro pedang termodifikasi berbeda nyata antar perlakuan, namun perlakuan pH 4,

lama fermentasi 8 jam dan perlakuan pH 5, lama fermentasi 8 jam menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata. Selain itu, pada perlakuan pH 4, lama fermentasi 32 jam dan perlakuan pH 5, lama fermentasi 32 jam juga menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata.

Nilai WHC tepung koro pedang termodifikasi menunjukkan bahwa semakin lama fermentasi, maka Nilai WHC tepung koro pedang termodifikasi semakin menurun. Hal ini dipengaruhi oleh penurunan kadar protein dengan penambahan waktu fermentasi. Pengaruh lama fermentasi menyebabkan protein terdenaturasi dan ikatan polimer menjadi terputus sehingga air yang terperangkap semakin sedikit dan daya mempertahankan air pun rendah. Gugus hidrofilik pada protein dengan adanya pengaruh lama fermentasi berubah menjadi lemah, sehingga pada lama fermentasi 32 jam kemampuan menyerap air menjadi rendah.

#### **4.10 Oil Holding Capacity (OHC) Tepung Koro Pedang Termodifikasi**

*Oil Holding Capacity* (OHC) tepung koro pedang termodifikasi tertinggi sebesar 2,181%, pada perlakuan pH 3 dengan lama fermentasi 32 jam. Hasil analisis *Oil Holding Capacity* (OHC) tepung koro pedang termodifikasi dengan fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* pada perlakuan variasi pH dan lama fermentasi menunjukkan peningkatan seperti terlihat pada **Gambar 4.10**.



**Gambar 4.10** Diagram batang nilai OHC tepung koro pedang termodifikasi dengan fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* pada variasi nilai pH dan lama fermentasi

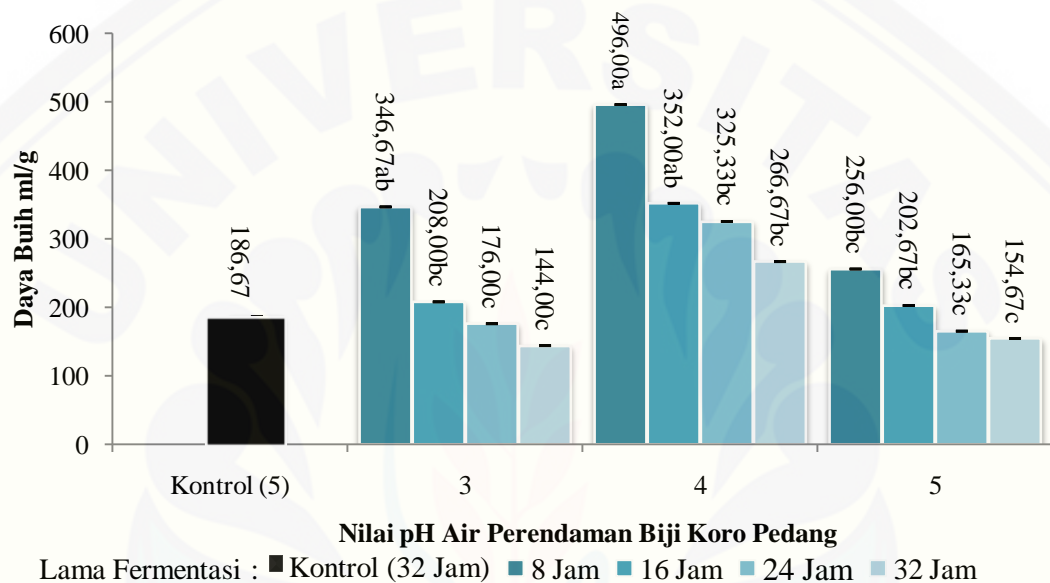
*Oil holding capacity* (OHC) tepung koro pedang termodifikasi berdasarkan analisis ragam ( $P < 0.05$ ) dengan selang kepercayaan 95% terdapat pada **Lampiran B.8** dipengaruhi secara nyata oleh perlakuan variasi nilai pH dan lama fermentasi. Hasil uji lanjut Duncan dapat diketahui bahwa nilai OHC antar perlakuan berbeda nyata, namun nilai OHC perlakuan pH 4 dan 5 dengan lama fermentasi 32 jam menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata.

Nilai OHC tepung koro pedang termodifikasi menunjukkan bahwa semakin lama waktu fermentasi, maka Nilai OHC tepung koro pedang termodifikasi semakin meningkat. Komponen yang memberikan pengaruh besar adalah protein karena memiliki sifat hidrofobik dan hidrofilik. Gugus asam amino non-polar akan membentuk interaksi hidrofobik dengan ikatan hidrokarbon dari lipid. Lipid selama proses penepungan tidak akan larut dalam air. Hal ini dijelaskan oleh Mwasaru (1999), bahwa penyerapan minyak selain terjadi karena minyak terperangkap secara fisik dalam protein tetapi juga terdapatnya ikatan non kovalen seperti atraksi hidrofobik, elektrostatik, dan ikatan hidrogen pada interaksi lemak dan protein.



#### 4.11 Daya Buih dan Stabilitas Buih Tepung Koro Pedang Termodifikasi

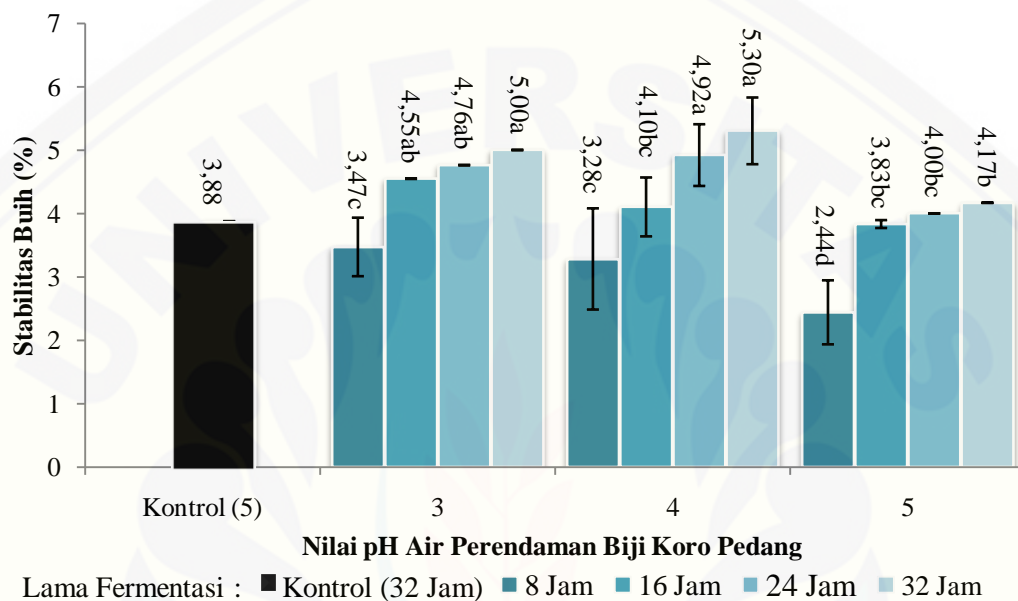
Daya buih tepung tepung koro pedang termodifikasi tertinggi sebesar 496,00 ml/g, pada perlakuan pH 4 dengan lama fermentasi 8 jam. Hasil analisis daya buih tepung tepung koro pedang termodifikasi dengan fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* pada perlakuan variasi pH dan lama fermentasi menunjukkan penurunan seperti terlihat pada **Gambar 4.11**.



**Gambar 4.11** Diagram batang daya buih tepung koro pedang termodifikasi dengan fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* pada variasi nilai pH dan lama fermentasi

Daya buih tepung koro pedang termodifikasi hasil analisis ragam ( $P < 0.05$ ) dengan selang kepercayaan 95% terdapat pada **Lampiran B.9** dipengaruhi secara nyata oleh perlakuan variasi nilai pH dan lama fermentasi. Hasil uji lanjut Duncan dapat diketahui bahwa daya buih perlakuan pH 3, lama fermentasi 32 jam menunjukkan tidak berbeda nyata dengan perlakuan pH 5, lama fermentasi 32 jam, namun berbeda nyata dengan perlakuan pH 4, lama fermentasi 32 jam. Pada kondisi pH 4 diprediksi protein tepung koro pedang termodifikasi mengalami titik isoelektrik sehingga dapat membentuk buih lebih banyak daripada kondisi pH 3 dan 5.

Stabilitas buih tepung tepung koro pedang termodifikasi tertinggi sebesar 5,30%, pada perlakuan pH 4 dengan lama fermentasi 32 jam. Hasil analisis stabilitas buih tepung koro pedang termodifikasi dengan fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* pada perlakuan variasi pH dan lama fermentasi menunjukkan peningkatan seperti terlihat pada **Gambar 4.12**.



**Gambar 4.12** Diagram batang stabilitas buih tepung koro pedang termodifikasi dengan fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* pada variasi nilai pH dan lama fermentasi

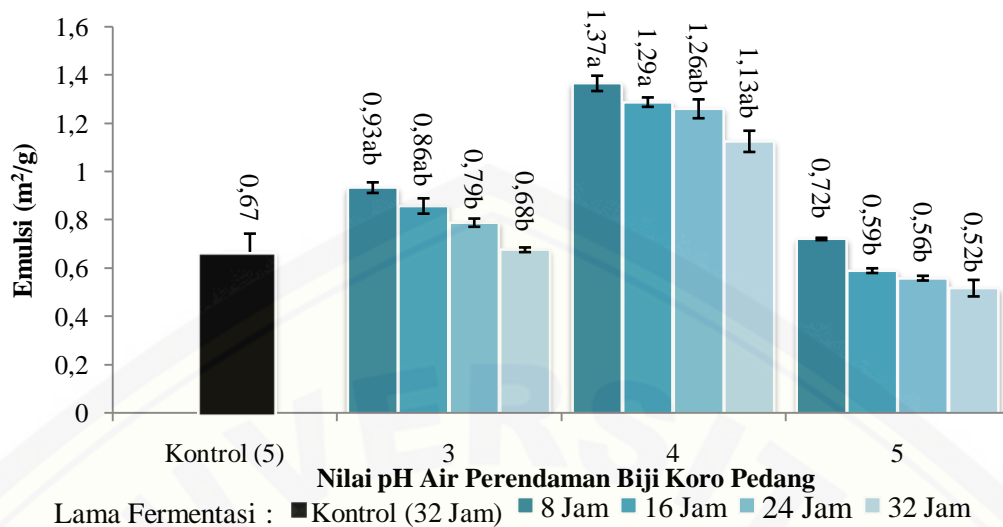
Pada stabilitas buih tepung koro pedang termodifikasi hasil analisis ragam ( $P < 0.05$ ) dengan selang kepercayaan 95% terdapat pada **Lampiran B.10** dipengaruhi secara nyata oleh perlakuan pH dan lama fermentasi. Hasil uji lanjut Duncan dapat diketahui bahwa stabilitas buih perlakuan pH 4, lama fermentasi 32 jam menunjukkan tidak berbeda nyata dengan perlakuan perlakuan pH 3, lama fermentasi 32 jam, dan menunjukkan perlakuan berbeda nyata pada perlakuan pH 5. Selain itu, pada perlakuan pH 4, lama fermentasi 8 jam menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata dengan perlakuan pH 3, lama fermentasi 8 jam, dan berbeda nyata pada perlakuan pH 5.

Kemampuan protein untuk menstabilkan buih disebabkan sifat hidrofobik permukaan protein. Sifat hidrofobik protein akan berdifusi dengan cepat diantara

permukaan udara dan air dengan mengenkapsulasi partikel udara menjadi formasi buih (Wierenga dan Gruppen, 2010). Pada kondisi pH 4 diprediksi protein tepung koro pedang termodifikasi mengalami titik isoelektrik sehingga daya buih lebih stabil. Penelitian sebelumnya oleh Wani *et al.* (2013) menyatakan bahwa nilai maksimum stabilitas buih pada kacang merah dan beberapa kultivar *legume* berada pada pH 4 yang merupakan titik isoelektrik protein bahan. Perbandingan antara perlakuan kontrol dan perlakuan fermentasi dengan *Lactobacillus plantarum* membuktikan bahwa pengaruh fermentasi dengan *Lactobacillus plantarum* mampu meningkatkan daya buih dan menurunkan kestabilan buih. Namun, penambahan waktu fermentasi akan mendegradasi kadar protein sehingga daya buih akan turun diikuti dengan menurunnya kadar protein produk. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ghavidel dan Prakash (2006).

#### **4.12 Daya Emulsi dan Stabilitas Emulsi Tepung Koro Pedang Termodifikasi**

Daya emulsi tepung koro pedang termodifikasi tertinggi sebesar 1,37 m<sup>2</sup>/g, pada perlakuan pH 4 dengan lama fermentasi 8 jam. Hasil analisis daya emulsi tepung koro pedang termodifikasi dengan fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* pada perlakuan variasi pH dan lama fermentasi menunjukkan penurunan seperti terlihat pada **Gambar 4.13**.

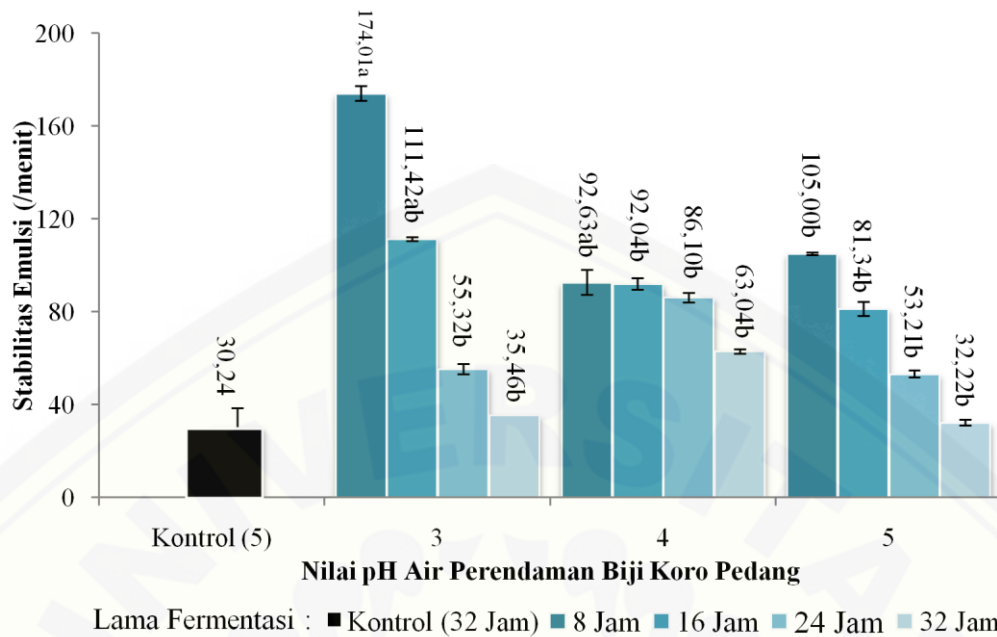


**Gambar 4.13** Diagram batang nilai emulsi tepung koro pedang termodifikasi dengan fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* pada variasi nilai pH dan lama fermentasi

Pada hasil analisis ragam ( $P < 0,05$ ) dengan selang kepercayaan 95% terdapat pada **Lampiran B.11** daya emulsi tepung koro pedang termodifikasi dipengaruhi secara nyata oleh perlakuan variasi nilai pH dan lama fermentasi. Hasil uji lanjut Duncan dapat diketahui bahwa daya emulsi tepung koro pedang termodifikasi perlakuan pH 3, lama fermentasi 32 jam tidak berbeda nyata dengan perlakuan pH 5, lama fermentasi 32 jam, namun menunjukkan perlakuan berbeda nyata dengan perlakuan pH 4.

Fermentasi dapat meningkatkan daya emulsi pada tepung koro pedang termodifikasi. Namun, daya emulsi akan turun seiring dengan turunnya kadar protein dalam tepung koro pedang termodifikasi. Hal ini sesuai dengan hasil dari Frias *et al.* (2008).

Stabilitas emulsi tepung koro pedang termodifikasi tertinggi sebesar 174,00 menit, pada perlakuan pH 3 dengan lama fermentasi 8 jam. Hasil analisis stabilitas emulsi tepung koro pedang termodifikasi dengan fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* pada perlakuan variasi pH dan lama fermentasi menunjukkan penurunan seperti terlihat pada **Gambar 4.14**.



**Gambar 4.14** Diagram batang stabilitas emulsi tepung koro pedang termodifikasi dengan fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* pada variasi nilai pH dan lama fermentasi

Hasil analisis ragam ( $P < 0.05$ ) dengan selang kepercayaan 95% terdapat pada **Lampiran B.12** nilai stabilitas emulsi tepung koro pedang termodifikasi dipengaruhi secara nyata oleh perlakuan pH dan lama fermentasi. Hasil uji lanjut Duncan dapat diketahui bahwa nilai stabilitas emulsi perlakuan pH 4, lama fermentasi 8 jam tidak berbeda nyata dengan perlakuan pH 5, lama fermentasi 8 jam, namun menunjukkan perlakuan berbeda nyata dengan perlakuan pH 3. Pengaruh perlakuan pH 3 dan pH 4 yaitu terjadi kenaikan kadar protein, sehingga terjadi kenaikan daya emulsi dan penurunan stabilitas emulsi. Hal ini juga sesuai dengan pernyataan Mwasaru (1999) bahwa aktifitas emulsi protein berbanding terbalik dengan stabilitas emulsi. Pada **Gambar 4.7** perlakuan pH 5 protein mengalami penurunan dan hal ini diikuti dengan penurunan daya emulsi (**Gambar 4.13**) dan kenaikan kestabilan emulsi (**Gambar 4.14**). Perbandingan antara perlakuan tepung koro pedang kontrol dan tepung koro pedang termodifikasi dengan fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* membuktikan bahwa pengaruh fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* mampu meningkatkan daya emulsi dan menurunkan kestabilan emulsi, hal ini sesuai dengan hasil dari Frias *et al.* (2008). Namun, penambahan waktu

fermentasi akan meningkatkan total asam laktat dan aktivitas proteolitik bakteri yang dapat mendegradasi kadar protein sehingga kadar protein tepung koro pedang termodifikasi menurun diikuti dengan menurunnya daya emulsi dan stabilitas emulsi tepung koro pedang termodifikasi.

#### 4.13 Uji Efektivitas Tepung Koro Pedang Termodifikasi

Uji efektivitas tepung koro pedang termodifikasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* dengan nilai tertinggi sebesar 0,573 terdapat pada perlakuan A2B3 yaitu tepung koro pedang termodifikasi perlakuan perendaman biji koro pedang variasi pH 4 dengan lama fermentasi 24 jam dan nilai terendah sebesar 0,284 pada perlakuan A3B1 yaitu tepung koro pedang termodifikasi perlakuan perendaman biji koro pedang variasi pH 5 dengan lama fermentasi 8 jam. Berdasarkan hal tersebut, tepung koro pedang termodifikasi dengan perlakuan pH 4 dengan lama fermentasi 24 jam merupakan perlakuan terbaik. Nilai efektivitas pada tepung koro pedang termodifikasi memiliki nilai yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan tepung koro pedang kontrol (K) sebesar 0,201. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan fermentasi menggunakan penambahan bakteri asam laktat (*Lactobacillus plantarum*) dengan variasi pH dan lama fermentasi lebih berpengaruh terhadap perubahan karakteristik fisik, kimia, dan fungsional tepung koro pedang dibandingkan dengan fermentasi spontan. Nilai efektivitas tepung koro pedang termodifikasi dengan tepung koro pedang fermentasi spontan terdapat pada **Tabel 4.3**.

**Tabel 4.3** Hasil uji efektivitas tepung koro pedang termodifikasi dengan fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* pada berbagai variasi pH dan lama fermentasi

Perlakuan	Nilai Efektivitas
K	0,201
A1B1	0,437
A1B2	0,432
A1B3	0,416
A1B4	0,396
A2B1	0,510
A2B2	0,544
A2B3	<b>0,573</b>
A2B4	0,506
A3B1	0,284
A3B2	0,332
A3B3	0,333
A3B4	0,301

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan yaitu :

- a. Nilai derajat putih tepung koro pedang terfermentasi *Lactobacillus plantarum* lebih putih daripada tepung koro pedang terfermentasi spontan. Nilai derajat putih tertinggi sebesar 89,406 pada perlakuan pH 4 dan lama fermentasi 24 jam.
- b. Tepung koro pedang terfermentasi *Lactobacillus plantarum* memiliki kadar protein lebih tinggi daripada tepung koro pedang terfermentasi spontan. Kadar protein tertinggi sebesar 34,77% db pada perlakuan pH 4 dan lama fermentasi 8 jam. Namun, semakin lama fermentasi kadar protein semakin menurun.
- c. Daya dan stabilitas buih tepung koro pedang terfermentasi *Lactobacillus plantarum* memiliki nilai lebih tinggi daripada tepung koro pedang terfermentasi spontan. Nilai daya buih tepung koro pedang terfermentasi menurun dari 496,00 ml/g hingga 266,67 ml/g seiring penambahan waktu fermentasi.
- d. Uji efektivitas terhadap tepung koro pedang terfermentasi *Lactobacillus plantarum* menunjukkan bahwa perlakuan terbaik diperoleh pada perlakuan pH 4 dan lama fermentasi 24 jam.

### 5.2 Saran

Kajian lebih lanjut diperlukan aplikasi tepung koro pedang termodifikasi pada produk pangan dan analisis perubahan karakteristik saat menjadi produk pangan.



**DAFTAR PUSTAKA**

- Adawyah, R. 2007. *Pengolahan dan Pengawetan Ikan*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Aguilera, Y., Esteban, R. M., Benítez, V., Mollá, E., dan Martín-Cabrejas, M. A. 2009. Starch, Functional Properties, and Microstructural Characteristics in Chickpea and Lentil as Affected by Thermal Processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57 : 10682 – 10688.
- Aguirre, L., Garro, M. S., dan Giori, G. S. 2008. Enzymatic Hydrolysis of Soybean Protein Using Lactic Acid Bacteria. *Journal of Food Chemistry* 111 : 976 – 982.
- Akindumila, F., dan Glatz, B. A. 1998. Growth and oil production of *Apiotrichum curvatum* in tomato juice. *Journal of Food Protection* 61 : 1515 – 1517.
- Akrapunam, M.A, dan Sefa-dede, S. 1997. *Plant Foods for Human Nutrition (Formerly Qualitas Plantarum)* 50 : 2 June 1997. [on line]. <http://springerlink.com/content/q61841372n7355571/>. [8 Februari 2014].
- Amadou, I., Amza, Tidjani, Foh, M. B. K., Kamara, M. T., dan Guo-Wei Le. 2010. Influence of *Lactobacillus plantarum* Lp6 fermentation on the functional properties of soybean protein meal. *Journal Food Agriculture* 22 : 456-465. <http://ffa.uaeu.ac.ae/ejfa.shtml>. [13 Mei 2014]
- Anonim. 2007. *Perubahan Kandungan Senyawa Fitat Selama Pengolahan*. [On line]. <http://www.geocities.com/meteorikita/egdp-fitat>. [ 5Agustus 2014]
- Anonim. 2009. *Kelayakan dan Teknologi Budidaya Koro Pedang (Canavalia Sp.) Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian*. [On line]. <http://www.puslittan.bogor.net/downloads/Budidayakacangkoro.pdf> . [20 Maret 2014]
- Anonim. 2010. *Budidaya Koro Pedang*. [on line]. <http://liputan6.com/daftar/pertanian/budidaya-koro-pedang-yang-benar/>. [10 Maret 2014].
- Anonim. 2014. *Badan Pusat Statistik Produksi Tanaman Pangan Kedelai*. [On line]. <http://bps.go.id/kedelai>. [11 Juli 2014]
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 2006. *Official Methods of Analysis of The Association of Official Agriculture Chemist 16th edition*. Virginia. AOAC 15<sup>th</sup> [On line]. <http://www.accessdata.AOAC/scripts/G400ER.pdf> . [11 Juli 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.
- Avanza, M.V., Chaves, M.G., Belén, A., Acevedo, M.C., dan Añón. 2013. Functional properties and microstructure of cowpea cultivated in north-east Argentina. *Journal of Food Science and Technology* 49 : 123 – 130. [www.elsevier.com/locate/lwt](http://www.elsevier.com/locate/lwt) . [14 Juni 2014]
- Azmi, F. 2005." Karakteristik dari Produk Interaksi Isolat Protein Koor Komak dengan Gum Xanthan". Skripsi. Jember : Universitas Jember.
- [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 [On line]. [http://www.accessdata.fda.gov/scripts/fcn/gras\\_notices/grn000049A.pdf](http://www.accessdata.fda.gov/scripts/fcn/gras_notices/grn000049A.pdf) . [15 Juni 2014]
- Beganovic, J., Pavunc, A.L., Gjuracic, K., Spoljarec, M., Suskovic, J., dan Kos, B. 2011. Improved sauerkraut production with probiotic strain *Lactobacillus plantarum* L4 and *Leuconostoc mesenteroides* LMG 7954. *Journal of Food Science* 76 : M124 – M129.
- Buckle, K. A., Edwards, R. A., Fleet, G. H., dan Wootton, M.. 1987. *Ilmu Pangan*. Jakarta : Universitas Indonesia Press
- Chel-Guerrero, L., Pérez-Flores, V., Betancur-Ancona, D., dan Dávila-Ortiz, G. 2002. Functional Properties of Flours and Protein Isolates from *Phaseolus lunatus* and *Canavalia ensiformis* seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50 : 584 – 591.
- Cheryan, M. 2004. *Enzymatic Modification of Functional Properties of Soy Protein*. New York : Marcel Dekker. Inc.
- Clemente, A., F. Millan, dan Peddroche. 1999. Dalam Subagio, A., Yuli, W., dan Wiwik, S., 2002. Protein Albumin dan Globulin dari Beberapa Jenis Koro di Indonesia. *Jurnal Seminar Nasional PATPI Malang*, 30-31 Juli : 135-140.
- Crowley, S., Mahony, J., dan van Sinderen, D. 2012. Comparative analysis of two antifungal *Lactobacillus plantarum* isolates and their application as bioprotectants in refrigerated foods. *Journal of Application Microbiology* 113 : 1417 – 1427.
- Daeschel, M.A. dan Nes, I.F. 1995. *Lactobacillus plantarum: physiology, genetics and applications in foods, in Food Biotechnology Microorganisms*, Hui,

- Y.H. and Khachatourians, G.G., Eds.* New York : VCH Publishers Inc. : chap. 21 : 721 – 743.
- Fardiaz, D., Apriyantono, Anton, Puspitasari, L., Sedarnawati, dan Budiyanto, S. 1989. *Analisis Pangan*. Bogor : Institut Pertanian Bogor Press.
- Fardiaz, D., Andarwulan, Nuri., Wijaya, Hanny, dan Puspitasari, L. 1992. *Petunjuk Laboratorium Teknik Analisis Sifat Kimia dan Fungsional Komponen Pangan*. Bogor : Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi IPB.
- Fitrianingtyas, Ajeng. 2013. “Karakteristik Tepung Koro Komak (*Lablab purpureus* (L.) Sweet) Termodifikasi Secara Fermentasi Spontan : Kajian pH dan Waktu”. Skripsi. Jember : Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.
- Frias, J., Song, Y. S., Cristina, M. V., De-Mejia, E. G., dan Conception, V. V. 2008. Immunoreactivity and Amino Acid Content of Fermented Soybean Products. *Journal of Agriculture Food Chemistry* 56 : 99 – 105.
- Giraud, E, Brauman, A., Keleke, S., Gosselin L., dan Raimbault, M. 2002. A Lactic Acid Bacterium With Potential Application in Cassava Fermentation. *Journal of Microbiology Biotechnology (Progress in Research and Development* 24, *Cassava Flour and Starch*) 93 : 193 – 194.
- Ghavidel, R. A., dan Prakash, J. 2006. Effect of Germination and Dehulling on Functional Properties of Legume Flours. *Journal of Science Food Agriculture* 86 : 1189 – 1195.
- Granito, M., Torres, A., Frias, J., Guerra, M., dan Conception, V. V. 2002. Influence of Fermentation on The Nutritional Value of Two Varieties of *Vigna sinensis*. *European Joournal of Food Resource Technology* 220 : 176 – 181.
- Granito, M., Guerra, M., Torres, A., dan Guinand, J. 2004. Functional Properties Effect from *Vigna sinensi*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 29 : 521 – 526.
- Hammes, H. P., Eldestein, Du. X., Taguchi, D., Matsumura, T., Lin, Q. Ju., Bierhaus, A., Nawroth, P., dan Hannak, D. 2003. Benfothiamine Blocks Three Major Pathhways of Hyperglycemic Damage and Prevent Experimental Diabetic Retinopathy. *Journal of International Medical* 9 : 294 – 299.

- Harmayani, E., Ngatirah, E. S., Rahayu, dan Utami, T. 2001. Ketahanan dan Viabilitas Probiotik Bakteri Asam Laktat Selama Proses Pembuatan Kultur Kering Dengan Metode Freeze dan Spry Drying. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 7 :126 – 132.
- Haros, M., Bielecka, M., Honke, J., dan Sanz, Y. 2008. Phytate-Degrading Activity In Lactic Acid Bacteria. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 58 : 33 – 40. [www.pan.olsztyn.pl/journal](http://www.pan.olsztyn.pl/journal). [14 Mei 2014]
- Hofvendahl, á. E. K., Van Niel, á. W. J. B., dan Hahn-HaÈ, G. 1999. Effect of Temperature and pH on Growth and Product Formation of *Lactococcus lactis* ATCC 19435 Growing on Maltose. *Journal Application Microbiology Biotechnology* 51: 669 – 672.
- Jenkins, J. K, dan Courtney, P. D. 2003. Lactobacillus Growth and Membrane Composition in the Presence of Linoleic or Conjugated Linoleic Acid. *Caadian Journal of Micribiology* 49 : 51 – 57.
- Kinsella dan Shetty. 1985. Di dalam : Damodaran, S. 1997. *Food Proteins and Their Applycation*. New York : Marcel Dekker. Inc.
- Koswara, S. 1995. *Teknologi Pengolahan Kedelai Menjadi Makanan Bermutu*. Jakarta : Pustaka Sinar Harapan.
- Kurniati, L. I, Aida , N., Gunawan, S., dan Widjaja, T. 2012. Pembuatan *Mocaf (Modified Cassava Flour)* dengan Proses Fermentasi Menggunakan *Lactobacillus plantarum*, *Saccharomyces cereviseae*, dan *Rhizopus oryzae*. *Jurnal Teknik POMITS* 1 : 1 – 6.
- Kusuma, S.A.F. 2009. *Diktat Bakteri Asam Laktat*. Semarang : Universitas Padjadjaran.
- Lan, G.Q., Abdullah, N., Jalaludin, S., dan Ho, Y.,W. 2002. Efficacy of Supplementation of Phytase-Producing Bacterial Culture on The Performance and Nutrient Use of Broiler Chickens Fed Corn-Soybean Meal Diets. *Journal of Poultry Science* 81 : 1522 – 1532.
- Lindriati, T. 2007. “Edibel Film dari Tepung Koro Pedang (*Canavalia ensiformis* L.) Studi : Jumlah Penambahan Gliserol”. Laporan Penelitian Pengembangan Dosen. Jember : Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.
- Liu, Z., Zhang, P., Ma, Y., Chen, H., Zhou, Y., Zhang, M., Chu, Z., dan Qin, H. 2011. *Lactobacillus plantarum* Prevents The Development of Colitis in IL-10-Deficient Mouse by Reducing The Intestinal Permeability. *Journal of Moleculer Biology Rep.* 38 : 1353 – 1361.

- Leenhardt, F., Levrat-Verny, M.A., Chanliaud, E., dan Rémésy, C. 2005. Moderate Decrease of pH by Sourdough Fermentation is Sufficient to Reduce Phytate Content of Whole Wheat Flour Through Endogenous Phytase Activity. *Journal Agriculture Food Chemistry* 53 : 98 – 102.
- Lopez, H.W., Krespine, V., Guy, C., Messenger, A., Demigne, C., dan Remesy, C. 2001. Prolonged Fermentation of Whole Wheat Sourdough Reduces Phytate Level and Increases Soluble Magnesium. *Journal Agriculture Food Chemistry* 49 : 2657 – 2662.
- Maryanto dan Tamtarini. 2003. “Pengembangan Flake Gethuk Umbi Kaya Gizi”. Laporan Penelitian. Jember : Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.
- Masadi, Y.W. 2013. “Karakter Kimia Dan Fisik Tepung Garut (*Maranta Arundinacea*) Hasil Fermentasi Dan Aplikasinya Sebagai Alternatif Pengganti Tepung Terigu Dalam Pembuatan Pasta Instan”. Skripsi. Yogyakarta : Universitas Katolik Soegijapranata.
- Moghadam, M. S., Foo, H. L., Leow, T. C., Rahim, R. A., dan Loh, T. C. 2010. Novel Bacteriocinogenic *Lactobacillus plantarum* Strains and Their Differentiation by Sequence Analysis of 16S rDNA, 16S-23S and 23S-5S Intergenic Spacer Regions and Randomly Amplified Polymorphic DNA Analysis. *Journal of Food Technology Biotechnology*. 48 : 476 – 483.
- Muchtadi, D. 1998. *Kajian Gizi Produk Olahan Kedelai, Prosiding Seminar Pengembangan Pengolahan dan Penggunaan Kedelai Selain Tempe*. Kerjasama Pusat Studi Pangan dan Gizi IPB dengan American Soybean Association. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Munip, A. 2001. Potensi Tanaman Koro Pedang (*Canavalia sp.*) dalam Upaya Meningkatkan Kegiatan Agribisnis. Simposium Nasional Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Tanaman Indonesia, Yogyakarta. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 6 : 145.
- Murni, R., Suparjo, Akmal, B.L., dan Ginting. 2008. *Buku Ajar Pengolahan Limbah Pakan Ternak*. Jambi : Laboratorium Makanan Ternak Fakultas Peternakan, Universitas Jambi.
- Mwasaru, Mwanjala A., Kharidah, Muhammad, Jamilah, Bakar, dan Yaakob, B. Che Man. 1999. Effects of Isolation Technique and Conditions on The Extractability, Physicochemical and Functional Properties of Pigeonpea (*Cajanus cajan*) and Cowpea (*Vigna unguiculata*) Protein Isolates. *Journal of Food Chemistry* 67 : 445 – 452.

- Nafi', A. 2006. Pengembangan Tepung Kaya Protein (TKP) dari Koro Komak (*Lablab purpureus* (L.) Sweet) dan Koro Kratok (*Phaseolus lunatus*). *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 17 : 1 – 3.
- Noor, Z. 1992. *Senyawa Anti Gizi*. Yogyakarta : Aditya Media, PAU-Pusat Antar Univeristas Pangan UGM.
- Nurmayanti. 2014. *RI Impor Kedelai dari Negara Miskin*. [on line]. <http://liputan6.com/content/ekonomi>. [04 Juli 2014].
- Onilude, A., Fagade, dan Bello, I. 2005. Inhibition of Aflatoxin-Producing *Aspergillus* by Lactic Acid Bakteria Isolates from Indigenously Fermented Cereal Gruels. *African Journal of Biotechnology* 4 : 1404 – 1408.
- Oyewole, O.B. dan Odunfa, S.A. 1990. Characterization and distribution of lactic acid bacteria in cassava fermentation during fufu production. *Journal Application Bacteriology* 68: 145 – 152 .
- 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.
- Parkington, Xiong, Blanchard, Srinivasan, dan Froning. 2000. Chemical and Functional Properties of Oxidatively Beef Heart Surimi Stored at 2<sup>nd</sup>0C. *Food Chemistry and Toxicology* 65: 428 – 473.
- 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.
- Puchades, R., Lemieux, L., dan Simard, R.E. 1989. Evolution of Free A Amin Acid During the Rippening of Cheddar Containing Added Lactobacilli Stains. *Journal of Food Science* 54 : 884
- Purwani. 2014. *Kemendagri, Harga Kedelai Masih Tinggi*. [on line]. <http://liputan6.com/content/ekonomi>. [14 Juli 2014].
- 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 Application Microbiology* 101 : 903 – 912.

- Rahayu, E. S. 2000. Bakteri Asam Laktat dan Fermentasi Tradisional Indonesia, Nilai Gizi, dan Kajian Manfaatnya. *Kumpulan Jurnal Widya Karya Nasional Khasiat Makanan Tradisional* : 34 – 37.
- Randazzo, C.L., Restuccia, Cristina, Romano, A.D., dan Caggia, C. 2004. *Lactobacillus casei*, dominant species in naturally fermented Sicilian green olives. *International Journal of Food Microbiology* 90 : 9 – 14. [www.elsevier.com/locate/ijfoodmicro](http://www.elsevier.com/locate/ijfoodmicro). [13 Mei 2014]
- Rokhmah, L. 2008. “Kajian Kadar Asam Fitat dan Kadar Protein Selama Pembuatan Tempe Kara Benguk (*Mucuna pruriens*) dengan Variasi Pengecilan Ukuran dan Lama Fermentasi”. Skripsi. Surakarta : Fakultas Pertanian, UNS.
- Rubatzky, V.E. dan Yamaguchi, M. 1998. *Sayuran Dunia : Prinsip, Produksi, dan Gizi. Jilid 2*. Bandung : Penerbit ITB.
- Ryan, S.M., Fitzgerald, G.F., dan Sinderen, D. 2006. Screening and Identification of Starch, Amylopectin, and Pullulan-Degrading Activities in Bifidobacterial Strains. *Ireland Journal of Food Technology* : 11 – 16.
- Saeed, AH, Salam, AI. 2013. Current Limitations and Challenges with Lactic Acid Bacteria. *A Review of Food Nutrition Science* 4 : 73 – 87.
- Schwan, R.F. 1998. Cocoa Fermentations Conducted with Defined Microbial Cocktail Inoculum. *Journal of Microbiology* 14 : 1477 – 1483.
- Siezen, R.J. dan van-Hylckama Vlieg, J.E. 2011. Genomic diversity and versatility of *Lactobacillus plantarum*, a natural metabolic engineer. *Microbial Cell Factories Bulletin* 10 : 1 – 13.
- Subagio, A., Witono, Y., dan Windrati, S.W., 2002. Protein Albumin dan Globulin dari Beberapa Jenis Koro di Indonesia. *Jurnal Semianr Nasional PATPI Malang* : 135 – 140.
- Subagio, A., Windrati, W. S., dan Witono, Y. 2003. Development of Functional Proteins from some Local Non-oilseed Legumes as Food Additives. *Seminar Nasional PATPI Yogyakarta* : 65 – 69.
- Subagio. 2006. Ubi Kayu Substitusi berbagai Tepung-tepungan. *Food Review* 1 : 18 – 22.
- Sugijanto, dan Manulang. 2001. Pembuatan protein Konsentrat Wheat Pollard sebagai pemanfaatan Hasil Samping Penggilingan Gandum. *Jurnal Teknologi Pangan* 16 : 136 – 143.

- Stephens, J. M. 1994. *Bean, Jack – Canavalia ensiformis (L.) D.C. Bean, Sword – Canavalia gladiata (Jacq) D.C. University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences (UF/IFAS)*. [on line]. <http://edis.ifas.ufl.edu/M020>. [24 Maret 2014].
- Tafti, A., Peighambardoust, 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 : 3293 – 3298. <http://www.ifrj.upm.edu.my> . [4 Oktober 2014]
- Tamtarini, W.S. Windrati, A. Sudewo. 1997. “Penggunaan Koro- Koroan Sebagai Bahan Pencampur Pembuatan Tahu”. Jember : Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.
- Tandrianto, J., Mintoko, D. K., dan oniarta Kurniawan, dan Gunawan, S. 2014. Pengaruh Fermentasi pada Pembuatan Mocaf (*Modified Cassava Flour*) dengan Menggunakan *lactobacillus plantarum* terhadap Kandungan Protein. *Jurnal Teknik POMITS* 3 : F143 – F145.
- Wani, I.A., Sogi, D.S., Wani, A.A., dan Gill, B.S. 2013. Physico-Chemical and Functional Properties of Flours From Indian Kidney Bean (*Phaseolus vulgaris L.*) cultivars. *International Journal of Food Science and Technology* 53 : 278 – 284.
- Whankaew U., Moonmangmee, D., dan Moonmangmee, S. 2010. Lactic Acid Production from Unhydrolysed Starch. *Thailand Journal of Food Technology* 8 : 231 – 238.
- Wierenga, P. A., dan Gruppen, H. 2010. New Views on Foams From Protein Solutions. *Current Opinion Colloid International Science* 15 : 365 – 373.
- Winarno, F.G. 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta : Gramedia Pustaka.
- Winarno, F. G. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Winarno, F.G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Zayas, J.F. 1997. *Functionallity of Protein in Food*. [on line]. [http://springerlink.com/content/jerman-berlinfg65573j445763jh4t355\\_571/](http://springerlink.com/content/jerman-berlinfg65573j445763jh4t355_571/). [8 Februari 2014].



**LAMPIRAN A. DATA HASIL ANALISIS**

**A.1 Perubahan pH Air Rendaman Biji Koro Pedang**

No	Perlakuan	Ulangan		Rata - Rata	STDEV
		I	II		
1	A1B0	3,00	3,00	3,00	0,00
2	A1B1	2,80	2,80	2,80	0,00
3	A1B2	2,60	2,50	2,55	0,07
4	A1B3	2,40	2,40	2,40	0,00
5	A1B4	2,30	2,20	2,25	0,07
6	A2B0	4,00	4,00	4,00	0,00
7	A2B1	3,90	3,90	3,90	0,00
8	A2B2	3,70	3,60	3,65	0,07
9	A2B3	3,50	3,50	3,50	0,00
10	A2B4	3,40	3,40	3,40	0,00
11	A3B0	5,00	5,00	5,00	0,00
12	A3B1	4,80	4,80	4,80	0,00
13	A3B2	4,50	4,50	4,50	0,00
14	A3B3	4,30	4,40	4,35	0,07
15	A3B4	4,20	4,20	4,20	0,00

**A.2 Total Asam Laktat Air Rendaman Biji Koro Pedang**

No.	Perlakuan	Ulangan		Rata - Rata	STDEV
		I	II		
1	Blanko	0,009	0,009	0,009	0,000
2	A1B0	0,180	0,180	0,180	0,000
3	A1B1	0,504	0,495	0,500	0,006
4	A1B2	0,918	0,927	0,923	0,006
5	A1B3	0,990	0,972	0,981	0,013
6	A1B4	1,143	1,134	1,139	0,006
7	A2B0	0,081	0,081	0,081	0,000
8	A2B1	0,288	0,297	0,293	0,006
9	A2B2	0,765	0,765	0,765	0,000
10	A2B3	0,801	0,810	0,806	0,006
11	A2B4	0,972	0,981	0,977	0,006
12	A3B0	0,036	0,036	0,036	0,000
13	A3B1	0,270	0,270	0,270	0,000
14	A3B2	0,522	0,513	0,518	0,006
15	A3B3	0,774	0,774	0,774	0,000
16	A3B4	0,900	0,909	0,905	0,006

## A.3 Total Bakteri Asam Laktat Air Rendaman Biji Koro Pedang

No	Perlakuan	Duplo	Cawan ke-	BAL			Rentang	Hasil	Rata - Rata	Hasil	Rata - Rata
				$10^{-6}$	$10^{-7}$	$10^{-8}$		$n \times 10^7$		$n \times 10^9$	$n \times 10^9$
1	Kultur Kerja	1	1	td	120	22	30-300	120,00	116,00	1,16	1,06
			2	td	112	29	30-300	112,00			
		2	1	748	108	18	30-300	108,00	96,50	0,97	
			2	712	85	9	30-300	85,00			

No	Perlakuan	Duplo	Cawan ke-	BAL			Rentang	Hasil	Rata - Rata	Hasil	Rata - Rata
				$10^{-5}$	$10^{-6}$	$10^{-7}$		$n \times 10^5$		$n \times 10^6$	$n \times 10^6$
2	A1B0	1	1	53	15	3	30-300	53,00	60,00	6,00	6,58
			2	67	8	1	30-300	67,00			
		2	1	79	22	2	30-300	79,00	71,50	7,15	
			2	64	7	0	30-300	64,00			
3	A2B0	1	1	88	28	13	30-300	88,00	66,50	6,65	6,60
			2	45	93	9	30-300	45,00			
		2	1	71	117	27	30-300	71,00	65,50	6,55	
			2	60	11	2	30-300	60,00			
4	A3B0	1	1	43	16	4	30-300	43,00	41,00	4,10	6,60
			2	39	10	1	30-300	39,00			
		2	1	75	25	5	30-300	75,00	66,00	6,60	
			2	57	20	8	30-300	57,00			

No	Perlakuan	Duplo	Cawan ke-	BAL			Rentang	Hasil	Rata - Rata	Hasil	Rata - Rata
				$10^{-6}$	$10^{-7}$	$10^{-8}$		$n \times 10^7$		$n \times 10^7$	$n \times 10^7$
5	A1B1	1	1	td	223	65	30-300	2,91	3,35	3,35	3,38
			2	td	230	87	30-300	3,78			
		2	1	td	256	96	30-300	3,75	3,41	3,41	
			2	td	248	76	30-300	3,06			
6	A2B1	1	1	td	300	136	30-300	4,53	3,76	3,76	3,33
			2	td	292	87	30-300	2,98			
		2	1	td	280	99	30-300	3,54	2,90	2,90	
			2	td	288	65	30-300	2,26			
7	A3B1	1	1	td	98	40	30-300	4,08	3,41	3,41	3,31
			2	td	172	47	30-300	2,73			
		2	1	348	152	54	30-300	3,55	3,20	3,20	
			2	368	140	40	30-300	2,86			

No	Perlakuan	Duplo	Cawan ke-	BAL			Rentang	Hasil	Rata - Rata	Hasil	Rata - Rata
				$10^{-7}$	$10^{-8}$	$10^{-9}$		$n \times 10^8$		$n \times 10^9$	$n \times 10^9$
8	A1B2	1	1	td	303	76	30-300	7,60	10,20	1,02	1,02

9	A2B2	2	2	td	312	128	30-300	12,80	10,15	1,02	1,06
			1	628	312	104	30-300	10,40			
			2	456	302	99	30-300	9,90			
		1	1	td	323	88	30-300	8,80			
			2	td	368	125	30-300	12,50			
			1	td	336	107	30-300	10,70			
10	A3B2	1	2	td	312	105	30-300	10,50	6,97	0,70	0,62
			2	td	298	150	30-300	5,03			
			1	td	302	89	30-300	8,90			
		2	td	0	294	178	30-300	6,05			
			td	9	198	98	30-300	4,95			
			td	9	198	98	30-300	4,95			
No	Perlakuan	Duplo	Cawan ke-	BAL			Rentang	Hasil n x 10 <sup>9</sup>	Rata - Rata	Hasil n x 10 <sup>9</sup>	Rata - Rata n x 10 <sup>9</sup>
				10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-10</sup>					
11	A1B3	1	1	429	299	167	30-300	5,59	4,53	4,53	4,29
			2	td	256	89	30-300	3,48			
		2	1	td	320	149	30-300	4,66			
			2	td	334	115	30-300	3,44			
12	A2B3	1	1	592	287	184	30-300	6,41	5,73	5,73	5,11
			2	637	254	128	30-300	5,04			
		2	1	469	232	132	30-300	5,69			
			2	304	224	74	30-300	3,30			
13	A3B3	1	1	td	232	87	30-300	3,75	3,20	3,20	3,28
			2	403	204	54	30-300	2,65			
		2	1	337	162	56	30-300	3,46			
			2	td	98	32	30-300	3,27			
No	Perlakuan	Duplo	Cawan ke-	BAL			Rentang	Hasil n x 10 <sup>10</sup>	Rata - Rata	Hasil n x 10 <sup>10</sup>	Rata - Rata n x 10 <sup>10</sup>
				10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-10</sup>	10 <sup>-11</sup>					
14	A1B4	1	1	452	228	33	30-300	1,45	1,81	1,81	2,07
			2	543	143	31	30-300	2,17			
		2	1	td	204	55	30-300	2,70			
			2	643	184	36	30-300	1,96			
15	A2B4	1	1	td	257	54	30-300	2,10	1,96	1,96	1,97
			2	td	197	36	30-300	1,83			
		2	1	td	277	39	30-300	1,41			
			2	532	245	62	30-300	2,53			
16	A3B4	1	1	520	264	38	30-300	1,44	1,72	1,72	1,92
			2	424	160	32	30-300	2,00			
		2	1	td	156	41	30-300	2,63			
			2	420	190	31	30-300	1,63			

A.4 Derajat Putih Tepung Koro Pedang Termodifikasi dengan *L.plantarum*

Perlakuan	Ulangan		Jumlah	Rata-rata	STDEV
	I	II			
A1B1	85,12	85,12	170,24	85,12	0,00
A1B2	87,56	87,48	175,04	87,52	0,06
A1B3	88,67	88,57	177,24	88,62	0,07
A1B4	89,27	89,23	178,50	89,25	0,03
A2B1	86,04	86,03	172,06	86,03	0,00
A2B2	87,33	87,19	174,52	87,26	0,10
A2B3	89,44	89,37	178,81	89,41	0,05
A2B4	89,20	89,14	178,34	89,17	0,04
A3B1	85,11	85,18	170,28	85,14	0,05
A3B2	85,58	85,68	171,26	85,63	0,07
A3B3	88,27	87,96	176,23	88,11	0,22
A3B4	88,40	88,27	176,67	88,33	0,09

A.4 Kadar Air Tepung Koro Pedang Termodifikasi dengan *L.plantarum*

Perlakuan	Ulangan		Jumlah	Rata-rata	STDEV
	I	II			
A1B1	13,179	13,334	26,514	13,257	0,109
A1B2	11,527	11,556	23,083	11,542	0,020
A1B3	9,847	9,767	19,614	9,807	0,057
A1B4	7,648	8,034	15,683	7,841	0,273
A2B1	12,598	12,598	25,196	12,598	0,000
A2B2	11,597	11,597	23,195	11,597	0,000
A2B3	10,249	9,928	20,177	10,088	0,227
A2B4	7,918	8,112	16,030	8,015	0,137
A3B1	11,197	11,156	22,354	11,177	0,029
A3B2	8,825	8,708	17,532	8,766	0,083
A3B3	7,235	7,235	14,469	7,235	0,000
A3B4	6,476	6,325	12,801	6,401	0,107

A.5 Kadar Abu Tepung Koro Pedang Termodifikasi dengan *L.plantarum*

Perlakuan	Ulangan		Jumlah	Rata-rata	STDEV
	I	II			
A1B1	4,664	4,822	9,486	4,743	0,111
A1B2	2,113	2,334	4,447	2,223	0,157
A1B3	2,081	1,932	4,012	2,006	0,106
A1B4	1,932	1,867	3,799	1,899	0,046
A2B1	4,715	4,790	9,505	4,752	0,053
A2B2	2,485	2,596	5,081	2,541	0,079
A2B3	2,382	2,448	4,829	2,415	0,047
A2B4	1,901	2,012	3,913	1,956	0,079
A3B1	4,804	4,729	9,533	4,766	0,053
A3B2	2,966	3,033	5,998	2,999	0,047
A3B3	2,422	2,457	4,878	2,439	0,025
A3B4	2,195	2,297	4,492	2,246	0,072

A.6 Kadar Lemak Tepung Koro Pedang Termodifikasi dengan *L.plantarum*

Perlakuan	Ulangan		Jumlah	Rata-rata	STDEV
	I	II			
A1B1	2,162	2,074	4,236	2,118	0,063
A1B2	2,429	2,320	4,749	2,374	0,077
A1B3	2,775	2,755	5,530	2,765	0,015
A1B4	2,823	2,853	5,676	2,838	0,021
A2B1	1,500	1,444	2,943	1,472	0,040
A2B2	1,782	1,821	3,603	1,801	0,027
A2B3	2,330	2,379	4,709	2,355	0,035
A2B4	2,514	2,572	5,085	2,543	0,041
A3B1	1,609	1,758	3,366	1,683	0,105
A3B2	1,810	1,790	3,600	1,800	0,014
A3B3	2,231	2,195	4,426	2,213	0,026
A3B4	2,497	2,518	5,015	2,507	0,015

A.7 Kadar Protein Tepung Koro Pedang Termodifikasi dengan *L.plantarum*

Perlakuan	Ulangan		Jumlah	Rata-rata	STDEV
	I	II			
A1B1	29,765	30,062	59,827	29,914	0,210
A1B2	28,264	28,386	56,650	28,325	0,087
A1B3	26,706	26,706	53,413	26,706	0,000
A1B4	23,201	22,873	46,074	23,037	0,232
A2B1	34,648	34,884	69,532	34,766	0,167
A2B2	33,523	34,064	67,587	33,793	0,382
A2B3	32,034	32,262	64,296	32,148	0,161
A2B4	29,080	29,142	58,222	29,111	0,044
A3B1	27,843	28,427	56,270	28,135	0,413
A3B2	26,315	26,420	52,735	26,368	0,074
A3B3	23,291	22,916	46,207	23,104	0,266
A3B4	19,410	19,369	38,779	19,390	0,029

A.8 Kadar Karbohidrat Tepung Koro Pedang Termodifikasi dengan *L.plantarum*

Perlakuan	Ulangan		Jumlah	Rata-rata	STDEV
	I	II			
A1B1	50,004	49,872	99,876	49,938	0,093
A1B2	55,029	55,206	110,235	55,118	0,126
A1B3	58,177	58,511	116,687	58,344	0,236
A1B4	64,475	64,103	128,578	64,289	0,263
A2B1	46,027	45,943	91,969	45,985	0,059
A2B2	50,786	50,245	101,032	50,516	0,382
A2B3	53,123	53,292	106,415	53,208	0,120
A2B4	58,377	58,152	116,529	58,264	0,160
A3B1	54,352	53,811	108,163	54,082	0,383
A3B2	60,357	60,265	120,623	60,311	0,065
A3B3	64,892	65,206	130,098	65,049	0,223
A3B4	69,567	69,684	139,251	69,625	0,083

A.9 WHC (*Water Holding Capacity*) Tepung Koro Pedang Termodifikasi dengan *L.plantarum*

Perlakuan	Ulangan		Jumlah	Rata-rata	STDEV
	I	II			
A1B1	1,329	1,384	2,713	1,356	0,039
A1B2	1,274	1,250	2,524	1,262	0,017
A1B3	1,166	1,163	2,330	1,165	0,002
A1B4	1,133	1,038	2,171	1,085	0,068
A2B1	1,166	1,101	2,267	1,133	0,046
A2B2	1,087	1,084	2,171	1,086	0,003
A2B3	1,082	1,043	2,126	1,063	0,027
A2B4	1,004	1,022	2,027	1,013	0,013
A3B1	1,115	1,126	2,242	1,121	0,008
A3B2	1,058	1,054	2,112	1,056	0,003
A3B3	1,034	1,007	2,041	1,021	0,019
A3B4	1,004	1,009	2,013	1,006	0,004

A.10 OHC (*Oil Holding Capacity*) Tepung Koro Pedang Termodifikasi dengan *L.plantarum*

Perlakuan	Ulangan		Jumlah	Rata-rata	STDEV
	I	II			
A1B1	1,962	1,924	3,886	1,943	0,027
A1B2	2,089	2,038	4,126	2,063	0,036
A1B3	2,145	2,096	4,241	2,120	0,035
A1B4	2,201	2,160	4,361	2,181	0,029
A2B1	1,984	1,935	3,919	1,960	0,035
A2B2	1,999	2,114	4,113	2,057	0,081
A2B3	2,151	2,122	4,273	2,137	0,021
A2B4	2,161	2,143	4,304	2,152	0,013
A3B1	1,843	1,810	3,653	1,827	0,024
A3B2	1,915	1,984	3,899	1,949	0,049
A3B3	1,973	2,166	4,139	2,069	0,136
A3B4	2,022	2,166	4,187	2,094	0,102

A.11 Daya Buih Tepung Koro Pedang Termodifikasi dengan *L.plantarum*

Perlakuan	Ulangan		Jumlah	Rata-rata	STDEV
	I	II			
A1B1	346,667	346,667	693,333	346,667	0,0000
A1B2	208,000	208,000	416,000	208,000	0,0000
A1B3	176,000	176,000	352,000	176,000	0,0000
A1B4	144,000	144,000	288,000	144,000	0,0000
A2B1	496,000	496,000	992,000	496,000	0,0000
A2B2	352,000	352,000	704,000	352,000	0,0000
A2B3	325,333	325,333	650,667	325,333	0,0000
A2B4	266,667	266,667	533,333	266,667	0,0000
A3B1	256,000	256,000	512,000	256,000	0,0000
A3B2	202,667	202,667	405,333	202,667	0,0000
A3B3	165,333	165,333	330,667	165,333	0,0000
A3B4	154,667	154,667	309,334	154,667	0,0002

A.12 Stabilitas Buih Tepung Koro Pedang Termodifikasi dengan *L.plantarum*

Perlakuan	Ulangan		Jumlah	Rata-rata	STDEV
	I	II			
A1B1	3,145	3,797	6,940	3,470	0,462
A1B2	4,545	4,545	9,090	4,550	0,000
A1B3	4,762	4,762	9,520	4,760	0,000
A1B4	5,000	5,000	10,000	5,000	0,000
A2B1	2,717	3,846	6,560	3,280	0,798
A2B2	3,774	4,430	8,200	4,100	0,464
A2B3	4,575	5,263	9,840	4,920	0,487
A2B4	4,930	5,674	10,600	5,300	0,526
A3B1	2,083	2,797	4,880	2,440	0,505
A3B2	3,876	3,788	7,660	3,830	0,062
A3B3	4,000	4,000	8,000	4,000	0,000
A3B4	4,167	4,167	8,330	4,170	0,000



A.13 Daya Emulsi Tepung Koro Pedang Termodifikasi dengan *L.plantarum*

Perlakuan	Ulangan		Jumlah	Rata-rata	STDEV
	I	II			
A1B1	0,919	0,950	1,869	0,934	0,022
A1B2	0,836	0,881	1,717	0,858	0,032
A1B3	0,777	0,801	1,579	0,789	0,017
A1B4	0,684	0,670	1,354	0,677	0,010
A2B1	1,389	1,344	2,733	1,366	0,032
A2B2	1,302	1,275	2,577	1,289	0,020
A2B3	1,289	1,233	2,522	1,261	0,039
A2B4	1,095	1,157	2,252	1,126	0,044
A3B1	0,719	0,725	1,444	0,722	0,005
A3B2	0,584	0,598	1,181	0,591	0,010
A3B3	0,567	0,553	1,119	0,560	0,010
A3B4	0,494	0,542	1,036	0,518	0,034

A.14 Stabilitas Emulsi Tepung Koro Pedang Termodifikasi dengan *L.plantarum*

Perlakuan	Ulangan		Jumlah	Rata-rata	STDEV
	I	II			
A1B1	176,250	171,765	348,015	174,007	3,172
A1B2	110,833	112,000	222,833	111,417	0,825
A1B3	56,875	53,774	110,649	55,324	2,193
A1B4	35,385	35,526	70,911	35,455	0,100
A2B1	88,824	96,444	185,268	92,634	5,389
A2B2	90,213	93,864	184,076	92,038	2,582
A2B3	84,600	87,609	172,209	86,104	2,127
A2B4	63,729	62,344	126,073	63,036	0,979
A3B1	104,545	105,455	210,000	105,000	0,643
A3B2	83,478	79,200	162,678	81,339	3,025
A3B3	54,324	52,105	106,429	53,215	1,569
A3B4	31,343	33,088	64,431	32,216	1,234

A.15 Nilai Efektifitas Tepung Koro Pedang Termodifikasi dengan *L.plantarum*

Parameter	B.V	B.N	A1B1		A1B2		A1B3		A1B4		A2B1		A2B2		A2B3	
			N.E	N.H	N.E	N.H	N.E	N.H	N.E	N.H	N.E	N.H	N.E	N.H	N.E	N.H
Stabilitas Buih	1,0	0,075	0,361	0,027	0,736	0,055	0,812	0,061	0,895	0,067	0,294	0,022	0,581	0,044	0,867	0,065
Nilai Buih	1,0	0,075	0,576	0,043	0,182	0,014	0,091	0,007	0,000	0,000	1,000	0,075	0,591	0,044	0,515	0,039
Derajat Putih	1,0	0,075	0,000	0,000	0,560	0,042	0,816	0,061	0,963	0,072	0,213	0,016	0,499	0,038	0,999	0,075
Kadar Air	0,9	0,068	0,070	0,005	0,303	0,020	0,538	0,036	0,805	0,054	0,159	0,011	0,295	0,020	0,500	0,034
Kadar Abu	0,8	0,060	0,008	0,000	0,887	0,053	0,963	0,058	1,000	0,060	0,005	0,000	0,776	0,047	0,820	0,049
Kadar Lemak	0,8	0,060	0,694	0,042	0,447	0,027	0,071	0,004	0,000	0,000	1,316	0,079	0,999	0,060	0,466	0,028
Kadar Protein	1,0	0,075	0,684	0,051	0,581	0,044	0,476	0,036	0,237	0,018	1,000	0,075	0,937	0,070	0,830	0,062
Kadar Karbohidrat	0,9	0,068	0,833	0,056	0,614	0,042	0,477	0,032	0,226	0,015	1,000	0,068	0,808	0,055	0,694	0,047
WHC	1,0	0,075	1,001	0,075	0,731	0,055	0,454	0,034	0,227	0,017	0,364	0,027	0,227	0,017	0,162	0,012
OHC	1,0	0,075	0,327	0,025	0,667	0,050	0,829	0,062	0,999	0,075	0,374	0,028	0,648	0,049	0,875	0,066
Nilai Emulsi	1,0	0,075	0,491	0,037	0,401	0,030	0,320	0,024	0,188	0,014	1,000	0,075	0,909	0,068	0,876	0,066
Stabilitas Emulsi	1,0	0,075	1,000	0,075	0,565	0,000	0,174	0,000	0,036	0,003	0,434	0,033	0,430	0,032	0,389	0,029
Total	11,4			0,437		0,432		0,416		0,396		0,510		0,544		<b>0,573</b>

Tabel dilanjutkan pada halaman berikutnya,

Parameter	A2B4		A3B1		A3B2		A3B3		A3B4		Terbaik	Terjelek	Kontrol	
	N.E	N.H	N.E	N.H	N.E	N.H	N.E	N.H	N.E	N.H			N.E	N.H
Stabilitas Buih	1,001	0,075	0,000	0,000	0,487	0,037	0,545	0,041	0,604	0,045	5,3	2,440	0,5021	0,03775
Nilai Buih	0,348	0,026	0,318	0,024	0,167	0,013	0,061	0,005	0,030	0,002	496,000	144,00	0,12121	0,00911
Derajat Putih	0,944	0,071	0,005	0,000	0,119	0,009	0,698	0,052	0,749	0,056	89,41	85,12	0,08392	0,00631
Kadar Air	0,781	0,053	0,352	0,024	0,679	0,046	0,887	0,060	1,000	0,068	6,401	13,774	0	0
Kadar Abu	0,980	0,059	0,000	0,000	0,616	0,037	0,812	0,049	0,879	0,053	1,899	4,766	0,26512	0,01595
Kadar Lemak	0,285	0,017	1,113	0,067	1,000	0,060	0,602	0,036	0,319	0,019	1,800	2,838	0,16108	0,00969
Kadar Protein	0,632	0,048	0,569	0,043	0,454	0,034	0,242	0,018	0,000	0,000	34,766	19,390	0,42762	0,03215
Kadar Karbohidrat	0,481	0,033	0,658	0,044	0,394	0,027	0,194	0,013	0,000	0,000	45,985	69,625	0,67859	0,04592
WHC	0,021	0,002	0,328	0,025	0,143	0,011	0,041	0,003	0,001	0,000	1,356	1,006	0,00286	0,00021
OHC	0,918	0,069	0,000	0,000	0,346	0,026	0,685	0,051	0,753	0,057	2,181	1,827	0,40395	0,03037
Nilai Emulsi	0,717	0,054	0,241	0,018	0,086	0,006	0,049	0,004	0,000	0,000	1,366	0,518	0,17689	0,0133
Stabilitas Emulsi	0,228	0,000	0,520	0,039	0,355	0,027	0,160	0,000	0,014	0,001	174	30,240	0	0
Total		0,506		0,284		0,332		0,333		0,301				0,201

**LAMPIRAN B. DATA SIDIK RAGAM****B.1 Derajat Putih Tepung Koro Pedang Termodifikasi dengan *L.plantarum***

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	Fhitung	Ftabel 5%	Keterangan
Kelompok	1	0,012	0,012	2,037	4,747	ns
Perlakuan	11	81525,872	7411,443	1221902,311	2,717	*
A	2	3,706	1,853	305,521	3,885	*
B	3	81517,863	27172,621	4479868,376	3,490	*
AB	6	4,302	0,717	118,209	2,996	*
Galat	12	0,073	0,006			
Total	23	81525,957	3544,607			

Keterangan :

ns : *not significant* (tidak berbeda nyata)

(\*) : Berbeda nyata

**B.2 Kadar Air Tepung Koro Pedang Termodifikasi dengan *L.plantarum***

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	Fhitung	Ftabel 5%	Keterangan
Kelompok	1	0,006	0,006	0,408	4,747	ns
Perlakuan	11	903,703	82,155	5675,914	2,717	*
A	2	17,629	8,815	608,984	3,885	*
B	3	875,666	291,889	20166,014	3,490	*
AB	6	10,408	1,735	119,841	2,996	*
Galat	12	0,174	0,014			
Total	23	903,882	39,299			

Keterangan :

ns : *not significant* (tidak berbeda nyata)

(\*) : Berbeda nyata

**B.3 Kadar Abu Tepung Koro Pedang Termodifikasi dengan *L.plantarum***

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	Fhitung	Ftabel 5%	Keterangan
Kelompok	1	0,011	0,011	1,906	4,747	ns
Perlakuan	11	93,894	8,536	1513,641	2,717	*
A	2	0,384	0,192	34,076	3,885	*
B	3	92,911	30,970	5491,879	3,490	*
AB	6	0,599	0,100	17,711	2,996	*
Galat	12	0,068	0,006			
Total	23	93,973	4,086			

Keterangan :

ns : *not significant* (tidak berbeda nyata)

(\*) : Berbeda nyata

B.4 Kadar Lemak Tepung Koro Pedang Termodifikasi dengan *L.plantarum*

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	Fhitung	Ftabel 5%	Keterangan
Kelompok	1	0,000	0,000	0,156	4,747	ns
Perlakuan	11	63,459	5,769	2511,182	2,717	*
A	2	0,849	0,425	184,885	3,885	*
B	3	62,125	20,708	9014,143	3,490	*
AB	6	0,484	0,081	35,135	2,996	*
Galat	12	0,028	0,002			
Total	23	63,487	2,760			

Keterangan :

ns : *not significant* (tidak berbeda nyata)

(\*) : Berbeda nyata

B.5 Kadar Protein Tepung Koro Pedang Termodifikasi dengan *L.plantarum*

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	Fhitung	Ftabel 5%	Keterangan
Kelompok	1	0,126	0,126	3,518	4,747	ns
Perlakuan	11	7587,656	689,787	19284,713	2,717	*
A	2	139,332	69,666	1947,684	3,885	*
B	3	7301,885	2433,962	68047,471	3,490	*
AB	6	146,439	24,406	682,344	2,996	*
Galat	12	0,429	0,036			
Total	23	7588,211	329,922			

Keterangan :

ns : *not significant* (tidak berbeda nyata)

(\*) : Berbeda nyata

B.6 Kadar Karbohidrat Tepung Koro Pedang Termodifikasi dengan *L.plantarum*

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	Fhitung	Ftabel 5%	Keterangan
Kelompok	1	0,006	0,006	0,144	4,747	ns
Perlakuan	11	38770,721	3524,611	78391,968	2,717	*
A	2	221,483	110,742	2463,041	3,885	*
B	3	38338,814	12779,605	284235,159	3,490	*
AB	6	210,423	35,071	780,015	2,996	*
Galat	12	0,540	0,045			
Total	23	38771,267	1685,707			

Keterangan :

ns : *not significant* (tidak berbeda nyata)

(\*) : Berbeda nyata

B.7 WHC (*Water Holding Capacity*) Tepung Koro Pedang Termodifikasi dengan  
*L.plantarum*

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	Fhitung	$\frac{F_{tabel}}{5\%}$	Keterangan
Kelompok	1	0,000	0,000	0,512	4,747	ns
Perlakuan	11	12,451	1,132	1443,699	2,717	*
A	2	0,100	0,050	63,903	3,885	*
B	3	12,301	4,100	5229,764	3,490	*
AB	6	0,050	0,008	10,598	2,996	*
Galat	12	0,009	0,001			
Total	23	12,461	0,542			

Keterangan :

ns : *not significant* (tidak berbeda nyata)

(\*) : Berbeda nyata

B.8 OHC (*Oil Holding Capacity*) Tepung Koro Pedang Termodifikasi dengan  
*L.plantarum*

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	Fhitung	$\frac{F_{tabel}}{5\%}$	Keterangan
Kelompok	1	0,000	0,000	0,028	4,747	ns
Perlakuan	11	51,021	4,638	639,984	2,717	*
A	2	0,139	0,069	9,563	3,885	*
B	3	50,731	16,910	2333,243	3,490	*
AB	6	0,152	0,025	3,494	2,996	*
Galat	12	0,087	0,007			
Total	23	51,108	2,222			

Keterangan :

ns : *not significant* (tidak berbeda nyata)

(\*) : Berbeda nyata

B.9 Daya Buih Tepung Koro Pedang Termodifikasi dengan *L.plantarum*

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	Fhitung	<u>Ftabel</u> 5%	Ke- terangan
Kelompok	1	0,000	0,000	0,000	4,747	ns
Perlakuan	11	774656,103	70423,282	15186562016778,700	2,717	*
A	2	84849,778	42424,889	9148795496947,860	3,885	*
B	3	636719,533	212239,844	45768863114954,700	3,490	*
AB	6	53086,792	8847,799	1908000307634,280	2,996	*
Galat	12	0,000000056	0,000000005			
Total	23	774656,103	33680,700			

Keterangan :

ns : *not significant* (tidak berbeda nyata)

(\*) : Berbeda nyata

B.10 Stabilitas Buih Tepung Koro Pedang Termodifikasi dengan *L.plantarum*

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	Fhitung	<u>Ftabel</u> 5%	Keterangan
Kelompok	1	0,587	0,587	5,625	4,747	*
Perlakuan	11	220,262	20,024	191,995	2,717	*
A	2	1,772	0,886	8,496	3,885	*
B	3	216,189	72,063	690,962	3,490	*
AB	6	2,301	0,384	3,677	2,996	*
Galat	12	1,252	0,104			
Total	23	222,101	9,657			

Keterangan :

ns : *not significant* (tidak berbeda nyata)

(\*) : Berbeda nyata

B.11 Daya Emulsi Tepung Koro Pedang Termodifikasi dengan *L.plantarum*

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	Fhitung	Ftabel 5%	Keterangan
Kelompok	1	0,000	0,000	0,027	4,747	ns
Perlakuan	11	9,380	0,853	1263,824	2,717	*
A	2	1,076	0,538	797,492	3,885	*
B	3	7,545	2,515	3727,097	3,490	*
AB	6	0,760	0,127	187,631	2,996	*
Galat	12	0,008	0,001			
Total	23	9,388	0,408			

Keterangan :

ns : *not significant* (tidak berbeda nyata)

(\*) : Berbeda nyata

B.12 Stabilitas Emulsi Tepung Koro Pedang Termodifikasi dengan *L.plantarum*

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	Fhitung	Ftabel 0,050	Keterangan
Kelompok	1	1,002	1,002	0,204	4,747	ns
Perlakuan	11	72775,699	6615,973	1345,454	2,717	*
A	2	12158,968	6079,484	1236,351	3,885	*
B	3	47236,475	15745,492	3202,074	3,490	*
AB	6	13380,256	2230,043	453,511	2,996	*
Galat	12	59,01	4,92			
Total	23	72835,708	3166,770			

Keterangan :

ns : *not significant* (tidak berbeda nyata)

(\*) : Berbeda nyata



**LAMPIRAN C. DATA UJI BEDA NYATA (DMRT)**C.1 Derajat Putih Tepung Koro Pedang Termodifikasi dengan *L.plantarum*

	A2B3	A1B4	A2B4	A1B3	A3B4	A3B3	A1B2	A2B2	A2B1	A3B2	A3B1	A1B1	
	89,41	89,25	89,17	88,62	88,33	88,11	87,52	87,26	86,03	85,63	85,14	85,12	
A2B3	89,41	0*	0,16	0,24	0,79	1,07	1,29	1,88	2,15	3,37	3,78	4,26	4,29
A1B4	89,25		0*	0,08*	0,63	0,92	1,14	1,73	1,99	3,22	3,62	4,11	4,13
A2B4	89,17			0*	0,55	0,83	1,05	1,65	1,91	3,14	3,54	4,03	4,05
A1B3	88,62				0*	0,28	0,5	1,1	1,36	2,59	2,99	3,48	3,5
A3B4	88,33					0*	0,22	0,81	1,07	2,3	2,71	3,19	3,22
A3B3	88,11						0*	0,59	0,85	2,08	2,48	2,97	2,99
A1B2	87,52							0*	0,26	1,49	1,89	2,38	2,4
A2B2	87,26								0*	1,23	1,63	2,12	2,14
A2B1	86,03									0*	0,4	0,89	0,91
A3B2	85,63										0*	0,49	0,51
A3B1	85,14											0*	0,02*
A1B1	85,12												0*
Notasi	a	b	b	c	d	e	f	g	h	i	j	j	

C.2 Kadar Air Tepung Koro Pedang Termodifikasi dengan *L.plantarum*

	A1B1	A2B1	A2B2	A1B2	A3B1	A2B3	A1B3	A3B2	A2B4	A1B4	A3B3	A3B4	
	13,257	12,598	11,597	11,542	11,177	10,088	9,807	8,766	8,015	7,841	7,235	6,401	
A1B1	13,257	0*	0,66	1,66	1,72	2,08	3,17	3,45	4,49	5,24	5,42	6,02	6,86
A2B1	12,598		0*	1	1,06	1,42	2,51	2,79	3,83	4,58	4,76	5,36	6,2
A2B2	11,597			0*	0,06*	0,42	1,51	1,79	2,83	3,58	3,76	4,36	5,2
A1B2	11,542				0*	0,36	1,45	1,73	2,78	3,53	3,7	4,31	5,14
A3B1	11,177					0*	1,09	1,37	2,41	3,16	3,34	3,94	4,78
A2B3	10,088						0*	0,28	1,32	2,07	2,25	2,85	3,69
A1B3	9,807							0*	1,04	1,79	1,97	2,57	3,41
A3B2	8,766								0*	0,75	0,92	1,53	2,37
A2B4	8,015									0*	0,17*	0,78	1,61
A1B4	7,841										0*	0,61	1,44
A3B3	7,235											0*	0,83
A3B4	6,401												0*
Notasi	a	b	c	c	d	e	f	g	h	h	i	j	

C.3 Kadar Abu Tepung Koro Pedang Termodifikasi dengan *L.plantarum*

	A3B1	A2B1	A1B1	A3B2	A2B2	A3B3	A2B3	A3B4	A1B2	A1B3	A2B4	A1B4	
	4,766	4,752	4,743	2,999	2,541	2,439	2,415	2,246	2,223	2,006	1,956	1,899	
A3B1	4,766	0*	0,01*	0,02*	1,77	2,23	2,33	2,35	2,52	2,54	2,76	2,81	2,87
A2B1	4,752	4,752	0*	0,01*	1,75	2,21	2,31	2,34	2,51	2,53	2,75	2,8	2,85
A1B1	4,743		4,743	0*	1,74	2,2	2,3	2,33	2,5	2,52	2,74	2,79	2,84
A3B2	2,999			2,999	0*	0,46	0,56	0,58	0,75	0,78	0,99	1,04	1,1
A2B2	2,541				2,541	0*	0,1*	0,13*	0,29	0,32	0,53	0,58	0,64
A3B3	2,439					2,439	0*	0,02*	0,19	0,22	0,43	0,48	0,54
A2B3	2,415						2,415	0*	0,17	0,19	0,41	0,46	0,52
A3B4	2,246							2,246	0*	0,02*	0,24	0,29	0,35
A1B2	2,223								2,223	0*	0,22	0,27	0,32
A1B3	2,006									2,006	0*	0,05*	0,11*
A2B4	1,956										1,956	0*	0,06*
A1B4	1,899											1,899	0*
Notasi	a	a	a	b	c	c	c	d	d	e	e	e	e

C.4 Kadar Lemak Tepung Koro Pedang Termodifikasi dengan *L.plantarum*

	A1B4	A1B3	A2B4	A3B4	A1B2	A2B3	A3B3	A1B1	A3B2	A2B2	A3B1	A2B1	
	2,838	2,765	2,543	2,507	2,374	2,355	2,213	2,118	1,800	1,801	1,683	1,472	
A1B4	2,838	0*	0,07*	0,3	0,33	0,46	0,48	0,63	0,72	1,04	1,04	1,16	1,37
A1B3	2,765		0*	0,22	0,26	0,39	0,41	0,55	0,65	0,96	0,96	1,08	1,29
A2B4	2,543			0*	0,04*	0,17	0,19	0,33	0,42	0,74	0,74	0,86	1,07
A3B4	2,507				0*	0,13	0,15	0,29	0,39	0,71	0,71	0,82	1,04
A1B2	2,374					0*	0,02*	0,16	0,26	0,57	0,57	0,69	0,9
A2B3	2,355						0*	0,14	0,24	0,55	0,55	0,67	0,88
A3B3	2,213							0*	0,1*	0,41	0,41	0,53	0,74
A1B1	2,118								0*	0,32	0,32	0,43	0,65
A3B2	1,800									0*	0*	0,12	0,33
A2B2	1,801										0*	0,12	0,33
A3B1	1,683											0*	0,21
A2B1	1,472												0*
Notasi	a	a	b	b	c	c	d	d	e	e	f	g	

C.5 Kadar Protein Tepung Koro Pedang Termodifikasi dengan *L.plantarum*

	A2B1	A2B2	A2B3	A1B1	A2B4	A1B2	A3B1	A1B3	A3B2	A3B3	A1B4	A3B4	
	34,766	33,793	32,148	29,914	29,111	28,325	28,135	26,706	26,368	23,104	23,037	19,390	
A2B1	34,766	0*	0,97	2,62	4,85	5,66	6,44	6,63	8,06	8,4	11,66	11,73	15,38
A2B2	33,793		0*	1,65	3,88	4,68	5,47	5,66	7,09	7,43	10,69	10,76	14,4
A2B3	32,148			0*	2,23	3,04	3,82	4,01	5,44	5,78	9,04	9,11	12,76
A1B1	29,914				0*	0,8	1,59	1,78	3,21	3,55	6,81	6,88	10,52
A2B4	29,111					0*	0,79	0,98	2,4	2,74	6,01	6,07	9,72
A1B2	28,325						0*	0,19*	1,62	1,96	5,22	5,29	8,94
A3B1	28,135							0*	1,43	1,77	5,03	5,1	8,75
A1B3	26,706								0*	0,34*	3,6	3,67	7,32
A3B2	26,368									0*	3,26	3,33	6,98
A3B3	23,104										0*	0,07*	3,71
A1B4	23,037											0*	3,65
A3B4	19,390												0*
Notasi	a	b	c	d	e	f	f	g	g	h	h	i	

C.6 Kadar Karbohidrat Tepung Koro Pedang Termodifikasi dengan *L.plantarum*

	A3B4	A3B3	A1B4	A3B2	A1B3	A2B4	A1B2	A3B1	A2B3	A2B2	A1B1	A2B1	
	69,625	65,049	64,289	60,311	58,344	58,264	55,118	54,082	53,208	50,516	49,938	45,985	
A3B4	69,625	0*	4,58	5,34	9,31	11,28	11,36	14,51	15,54	16,42	19,11	19,69	23,64
A3B3	65,049		0*	0,76	4,74	6,71	6,78	9,93	10,97	11,84	14,53	15,11	19,06
A1B4	64,289			0*	3,98	5,95	6,02	9,17	10,21	11,08	13,77	14,35	18,3
A3B2	60,311				0*	1,97	2,05	5,19	6,23	7,1	9,8	10,37	14,33
A1B3	58,344					0*	0,08*	3,23	4,26	5,14	7,83	8,41	12,36
A2B4	58,264						0*	3,15	4,18	5,06	7,75	8,33	12,28
A1B2	55,118							0*	1,04	1,91	4,6	5,18	9,13
A3B1	54,082								0*	0,87	3,57	4,14	8,1
A2B3	53,208									0*	2,69	3,27	7,22
A2B2	50,516										0*	0,58	4,53
A1B1	49,938											0*	3,95
A2B1	45,985												0*
Notasi	a	b	c	d	e	e	f	g	h	i	j	k	

C.7WHC (*Water Holding Capacity*) Tepung Koro Pedang Termodifikasi dengan *L.plantarum*

	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A3B1	A2B2	A1B4	A2B3	A3B2	A3B3	A2B4	A3B4	
	1,36	1,26	1,16	1,13	1,12	1,09	1,09	1,06	1,06	1,02	1,01	1,01	
A1B1	1,36	0*	0,09	0,19	0,22	0,24	0,27	0,27	0,29	0,3	0,34	0,34	0,35
A1B2	1,26		0*	0,1	0,13	0,14	0,18	0,18	0,2	0,21	0,24	0,25	0,26
A1B3	1,16			0*	0,03*	0,04*	0,08	0,08	0,1	0,11	0,14	0,15	0,16
A2B1	1,13				0*	0,01*	0,05*	0,05*	0,07	0,08	0,11	0,12	0,13
A3B1	1,12					0*	0,04*	0,04*	0,06	0,06	0,1	0,11	0,11
A2B2	1,09						0*	0,02*	0,03*	0,07	0,07	0,07	0,08
A1B4	1,09							0*	0,02*	0,03*	0,06	0,07	0,08
A2B3	1,06								0*	0,01*	0,04*	0,05*	0,06
A3B2	1,06									0*	0,04*	0,04*	0,05*
A3B3	1,02										0*	0,01*	0,01*
A2B4	1,01											0*	0,01*
A3B4	1,01												0*
Notasi	a	b	c	cd	cd	d	d	de	de	e	e	e	e

C.8 OHC (*Oil Holding Capacity*) Tepung Koro Pedang Termodifikasi dengan *L.plantarum*

	A1B4	A2B4	A2B3	A1B3	A3B4	A3B3	A1B2	A2B2	A2B1	A3B3	A1B1	A3B1	
	2,18	2,15	2,14	2,12	2,09	2,07	2,06	2,06	1,96	1,95	1,94	1,83	
A1B4	2,18	0*	0,03*	0,04*	0,06*	0,09*	0,11*	0,12*	0,12	0,22	0,23	0,24	0,35
A2B4	2,15		0*	0,02*	0,03*	0,06*	0,08*	0,09*	0,1*	0,19	0,2	0,21	0,33
A2B3	2,14			0*	0,02*	0,04*	0,07*	0,07*	0,08*	0,18	0,19	0,19	0,31
A1B3	2,12				0*	0,03*	0,05*	0,06*	0,06*	0,16	0,17	0,18	0,29
A3B4	2,09					0*	0,02*	0,03*	0,04*	0,13	0,14	0,15	0,27
A3B3	2,07						0*	0,01*	0,01*	0,11*	0,12*	0,13	0,24
A1B2	2,06							0*	0,01*	0,1*	0,11*	0,12	0,24
A2B2	2,06								0*	0,1*	0,11*	0,11*	0,23
A2B1	1,96									0*	0,01*	0,02*	0,13
A3B3	1,95										0*	0,01*	0,12
A1B1	1,94											0*	0,12*
A3B1	1,83												0*
Notasi	a	ab	ab	ab	ab	ab	ab	b	b	bc	bc	c	



C.9 Daya Buih Tepung Koro Pedang Termodifikasi dengan *L.plantarum*

	A2B1	A2B2	A1B1	A2B3	A2B4	A3B1	A1B2	A3B2	A1B3	A3B3	A3B4	A1B4	
	496,00	352,00	346,67	325,33	266,67	256,00	208,00	202,67	176,00	165,33	154,67	144,00	
A2B1	496,00	0*	144*	149,33*	170,67*	229,33	240	288	293,33	320	330,67	341,33	352
A2B2	352,00		0*	5,33*	26,67*	85,33*	96*	144*	149,33*	176*	186,67	197,33	208
A1B1	346,67			0*	21,33*	80*	90,67*	138,67*	144*	170,67*	181,33*	192	202,67
A2B3	325,33				0*	58,67*	69,33*	117,33*	122,67*	149,33*	160*	170,67*	181,33*
A2B4	266,67					0*	10,67*	58,67*	64*	90,67*	101,33*	112*	122,67*
A3B1	256,00						0*	48*	53,33*	80*	90,67*	101,33*	112*
A1B2	208,00							0*	5,33*	32*	42,67*	53,33*	64*
A3B2	202,67								0*	26,67*	37,33*	48*	58,67*
A1B3	176,00									0*	10,67*	21,33*	32*
A3B3	165,33										0*	10,67*	21,33*
A3B4	154,67											0*	10,67*
A1B4	144,00												0*
Notasi	a	ab	ab	b	bc	bc	bc	bc	c	c	c	c	c

C.10 Stabilitas Buih Tepung Koro Pedang Termodifikasi dengan *L.plantarum*

	A2B4	A1B4	A2B3	A1B3	A1B2	A3B4	A2B2	A3B3	A3B2	A1B1	A2B1	A3B1
	5,30	5,00	4,92	4,76	4,55	4,17	4,10	4,00	3,83	3,47	3,28	2,44
A2B4	5,30	0*	0,3*	0,38*	0,76	1,14	1,2	1,3	1,47	1,83	2,02	2,86
A1B4	5,00		0*	0,08*	0,24*	0,45*	0,83	0,9	1	1,17	1,53	2,56
A2B3	4,92			0*	0,16*	0,37*	0,75	0,82	0,92	1,09	1,45	2,48
A1B3	4,76				0*	0,22*	0,6*	0,66	0,76	0,93	1,29	2,32
A1B2	4,55					0*	0,38*	0,44*	0,55*	0,71	1,07	2,11
A3B4	4,17						0*	0,06*	0,17*	0,33*	0,7	1,73
A2B2	4,10							0*	0,1*	0,27*	0,63*	1,66
A3B3	4,00								0*	0,17*	0,53*	1,56
A3B2	3,83									0*	0,36*	1,39
A1B1	3,47										0*	1,03
A2B1	3,28											0,84
A3B1	2,44											
Notasi	a	a	a	ab	ab	b	bc	bc	bc	c	c	d

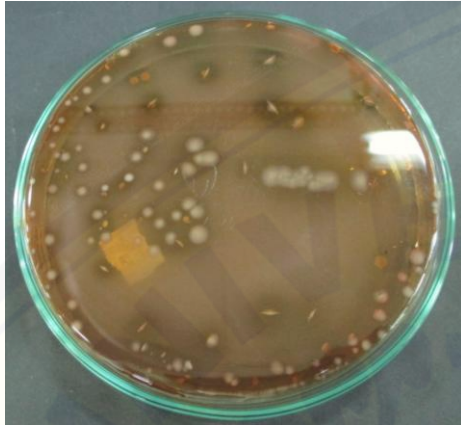
C.11 Daya Emulsi Tepung Koro Pedang Termodifikasi dengan *L.plantarum*

	A2B1	A2B2	A2B3	A2B4	A1B1	A1B2	A1B3	A3B1	A1B4	A3B2	A3B3	A3B4	
	1,37	1,29	1,26	1,13	0,93	0,86	0,79	0,72	0,68	0,59	0,56	0,52	
A2B1	1,37	0*	0,08*	0,11*	0,24*	0,43*	0,51*	0,58*	0,64*	0,69*	0,78	0,81	0,85
A2B2	1,29		0*	0,03*	0,16*	0,35*	0,43*	0,5*	0,57*	0,61*	0,7	0,73	0,77
A2B3	1,26			0*	0,13*	0,33*	0,4*	0,47*	0,54*	0,58*	0,67*	0,7*	0,74
A2B4	1,13				0*	0,19*	0,27*	0,34*	0,4*	0,45*	0,54*	0,57*	0,61*
A1B1	0,93					0*	0,08*	0,15*	0,21*	0,26*	0,34*	0,37*	0,42*
A1B2	0,86						0*	0,07*	0,14*	0,18*	0,27*	0,3*	0,34*
A1B3	0,79							0*	0,07*	0,11*	0,2*	0,23*	0,27*
A3B1	0,72								0*	0,04*	0,13*	0,16*	0,2*
A1B4	0,68									0*	0,09*	0,12*	0,16*
A3B2	0,59										0*	0,03*	0,07*
A3B3	0,56											0*	0,04*
A3B4	0,52												0*
Notasi	a	a	ab	ab	ab	ab	b	b	b	b	b	b	b

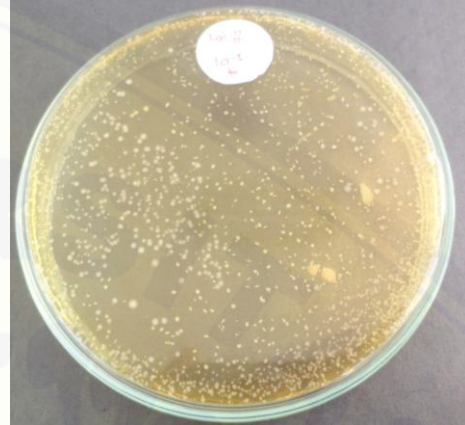


**LAMPIRAN D.GAMBAR**

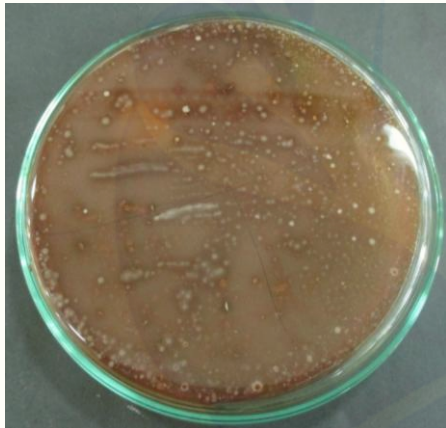
**D.1 Plate Count Populasi BAL Selama Fermentasi Biji Koro Pedang dengan *Lactobacillus Plantarum* Pada Variasi Nilai pH dan Lama Fermentasi**



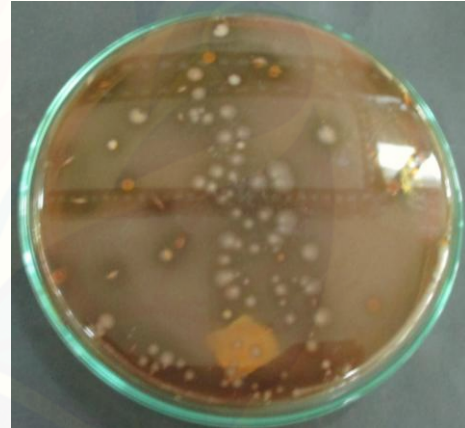
*Plate kultur kerja siap pakai*



*Plate Perlakuan A2B3 log 10<sup>-8</sup>*



*Plate Perlakuan A2B3 log 10<sup>-9</sup>*



*Plate Perlakuan A2B3 log 10<sup>-10</sup>*

**D.2 Bahan dan Perubahan Selama Fermentasi Terkendali Biji Koro Pedang Menggunakan *Lactobacillus plantarum* Pada Variasi Nilai pH dan Lama Fermentasi**



Kultur Peremajaan *L. plantarum*



Kultur Kerja



Biji Koro Pedang Retak



Warna Air Perendaman Biji Koro Pedang Lama Fermentasi 0 jam



Warna Air Perendaman Biji Koro Pedang Lama Fermentasi 8 jam



Warna Air Perendaman Biji Koro Pedang Lama Fermentasi 16 jam

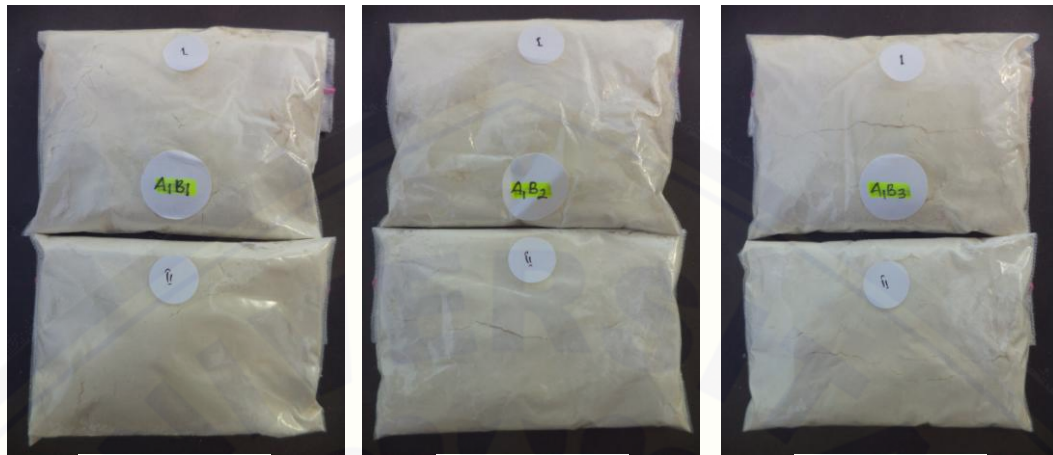


Warna Air Perendaman Biji Koro Pedang Lama Fermentasi 24 jam



Warna Air Perendaman Biji Koro Pedang Lama Fermentasi 32 jam

**D.3 Tepung Koro Pedang Termodifikasi dengan *L.plantarum* pada Variasi Nilai pH dan Lama Fermentasi**



A1B1

A1B2

A1B3



A1B4

A2B1

A2B2



A2B3

A2B4

A3B1



A3B2

A3B3

A3B4

