

**PENGARUH KONSENTRASI *Lactobacillus plantarum* DAN LAMA
FERMENTASI TERHADAP KARAKTERISTIK TEPUNG KULIT
SINGKONG (*Manihot esculenta*) TERFERMENTASI**

SKRIPSI

Oleh:
CHOLIVIA MAYANGSARI
NIM. 13620059



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2019**

**PENGARUH KONSENTRASI *Lactobacillus plantarum* DAN LAMA
FERMENTASI TERHADAP KARAKTERISTIK TEPUNG KULIT
SINGKONG (*Manihot esculenta*) TERFERMENTASI**

SKRIPSI

Oleh:

CHOLIVIA MAYANGSARI
NIM. 13620059

diajukan Kepada:

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2019

**PENGARUH KONSENTRASI *Lactobacillus plantarum* DAN LAMA
FERMENTASI TERHADAP KARAKTERISTIK TEPUNG KULIT
SINGKONG (*Manihot esculenta*) TERFERMENTASI**

SKRIPSI

Oleh:
CHOLIVIA MAYANGSARI
NIM. 13620059

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji
tanggal: 21 Jun 2019

Pembimbing I

Pembimbing II


Ir. Liliek Harianie AR, M.P.
NIP. 19620901 199803 2001


Mujahidin Ahmad, M.Sc
NIP. 19860512 20160801 1060



**PENGARUH KONSENTRASI *Lactobacillus plantarum* DAN LAMA
FERMENTASI TERHADAP KARAKTERISTIK TEPUNG KULIT
SINGKONG (*Manihot esculenta*) TERFERMENTASI**

SKRIPSI

Oleh:
CHOLIVIA MAYANGSARI
NIM. 13620059

Telah dipertahankan
di depan Dewan Pengaji Skripsi dan dinyatakan diterima sebagai
salah satu Persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si)
tanggal: 21 Juni 2019

Pengaji Utama	: <u>Dr. Hj. Ulfah Utami, M.Si</u> NIP. 19650509 199903 2 002	(
Ketua Pengaji	: <u>Nur Kusmiyati, M.Si</u> NIP. 1989081620160108 2061	(
Sekretaris Pengaji	: <u>Ir. Liliek Harianie AR, M.P</u> NIP. 19620901 199803 2001	(
Anggota Pengaji	: <u>Mujahidin Ahmad, M.Sc</u> NIP. 19860512 20160801 1060	(



PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur Alhamdulillah kepada Allah | dan sholawat serta salam untuk yang paling dirindukan ummat islam Nabi Muhammad ﷺ, saya persesembahkan karya ini kepada:

Ibu dan ayahku yang sangat saya cintai yang tidak pernah lelah berdo'a dan memberikan yang terbaik untuk saya, serta keluarga besar yang juga berperan besar dalam selesainya karya ini. Terimakasih tak henti-hentinya saya ucapkan sepanjang waktu. Semoga Allah | memberikan kemuliaan dan meridhoi setiap perjalanan di dunia maupun di akhirat. Amiin Ya Rabbal 'Alamin.

Teruntuk guru-guruku terimakasih telah memberikan ilmunya selama ini, memberikan pengetahuan-pengetahuan yang sebelumnya belum pernah saya ketahui. Terimakasih telah membimbing dan mendo'akan saya hingga saya dititik saat ini. Semoga ilmu yang telah beliau-beliau sampaikan kepada saya dapat bermanfaat serta barokah. Semoga Allah | juga memberikan keridhoan-Nya. Amiin Ya Rabbal Alamin.

Kepada teman-teman yang telah membantu proses penggerjaan karya ini, saya ucapan terimakasih. Terimakasih telah memberikan waktu luangnya dan bersedia berbagi ilmunya. Semoga dimasa yang akan datang kita dipertemukan dengan segala kesuksesan yang kita raih. Amiin.

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Cholivia Mayangsari
NIM : 13620059
Jurusan : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Pengaruh Konsentrasi *Lactobacillus plantarum* dan lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Tepung Kulit Singkong (*Manihot esculenta*) Terfermentasi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilan alihan, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, makasaya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 21 Juni 2019
Yang membuat pernyataan,



Cholivia Mayangsari
NIM. 13620059

MOTTO

**“TIDAK ADA USAHA YANG SIA-SIA. HANYA WAKTU YANG BELUM
MENENTUKANNYA”**



PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan namun terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Daftar Pustaka diperkenankan untuk dicatat, tetapi pengutipan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.



Pengaruh Konsentrasi *Lactobacillus plantarum* dan Panjang Fermentasi terhadap Karakteristik Tepung Singkong Fermentasi (*Manihot esculenta*) Terfermentasi

Cholivia Mayangsari, Liliek Harianie, Mujahidin Ahmad

ABSTRAK

Kulit singkong adalah limbah dari beberapa singkong olahan yang pemanfaatannya terbatas untuk diolah untuk pakan ternak atau dibuang dan akan memperburuk lingkungan sekitar. Oleh karena itu perlu dilakukan metode pengolahan lain, dengan mengolahnya menjadi tepung kulit singkong. Proses pembuatannya dengan melakukan fermentasi terlebih dahulu. Untuk menstabilkan nilai gizi dan anti-nutrisi (asam sianida) di dalamnya sebelum dikonsumsi. *L.plantarum* adalah salah satu spesies yang banyak digunakan dalam fermentasi untuk meningkatkan karakteristik gizi dan bahan-bahan fungsional, *L. plantarum* menghasilkan enzim selulase yang dapat membantu menurunkan komponen serat kasar yang sulit dicerna dalam pencernaan makhluk hidup. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan tepung kulit singkong dengan kadar asam sianida dan serat kasar yang rendah serta kandungan protein yang tinggi. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 2 faktor dan 3 ulangan. Faktor pertama dalam variasi konsentrasi *L. plantarum* adalah, 0%, 1%, 3% dan 5% sedangkan faktor kedua adalah variasi dalam waktu fermentasi, yaitu, 3, 4 dan 5 hari. Variabel yang diamati termasuk kadar asam sianida, serat kasar dan protein. Data yang diperoleh dianalisis dengan uji ANOVA dan uji lanjut BNT. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P > 0,05$) bahwa semakin banyak konsentrasi *L. plantarum* ditambahkan dan semakin lama waktu fermentasi secara signifikan mempengaruhi penurunan asam sianida dan serat kasar dan peningkatan protein dalam tepung kulit singkong yang difermentasi. Kualitas tepung singkong yang difermentasi diperoleh hasil yang telah memenuhi kriteria SNI, yaitu pada perlakuan K5H5.

Kata kunci: Asam sianida, kulit singkong, *Lactobacillus plantarum*, protein, serat kasar.

Effect of *Lactobacillus plantarum* Concentration and Fermentation Length on Characteristics of Fermented Cassava (*Manihot esculenta*) Flour

Cholivia Mayangsari, Liliek Harianie, Mujahidin Ahmad

ABSTRACT

Cassava skin is a waste from some processed cassava which its utilization is limited to being processed for animal feed or discarded and will worsen the surrounding environment. Therefore it is necessary to do other processing methods, by processing it into cassava peel flour. The manufacturing process is by doing fermentation first. To stabilize the nutritional value and anti-nutrient (cyanide acid) in it before consumption. *L.plantarum* is one of the species that is widely used in fermentation to improve nutritional characteristics and functional ingredients, *L. plantarum* produces cellulase enzymes that can help degrade components of crude fiber which are difficult to digest in the digestion of living things. The purpose of this study was to produce cassava peel flour with low levels of cyanide acid and crude fiber and high protein content. This study used a Completely Randomized Design (RAL) of 2 factors and 3 replications. The first factor in the variation of *L. plantarum* concentration is, 0%, 1%, 3% and 5% while the second factor is the variation in fermentation time, namely, 3, 4 and 5 days. The variables observed included grades of cyanide acid, crude fiber and protein. The data obtained was analyzed by ANOVA and LSD further testing. The results showed a significant difference ($P > 0.05$) that the more concentration of *L. plantarum* added and the longer the fermentation time significantly affected the decrease in cyanide acid and crude fiber and increased protein in fermented cassava peel flour. The quality of fermented cassava flour obtained results that have met the SNI criteria, namely in the K5H5 treatment.

Keywords: Cyanide acid, Cassava peel, *Lactobacillus plantarum*, Protein, Coarse fiber.

**تأثير تركيز بكتيريا اللاكتوباسيلوس ومدة التخمر على خصائص دقيق الكسافا المخمرة
تشوليفيا ميانجساري ، ليلي هارياتي ، مجاهدون أحمد**

الملخص

انخفاض مستوى المعرفة المتعلقة بمعالجة جل الكسافا ، وعادة ما يقتصر استخدامه على معالجته لتغذية الحيوانات أو التخلص منها وسيصبح مضيعة للبيئة المحيطة. لذلك من الضروري القيام بطرق معالجة أخرى ، بما في ذلك عن طريق معالجتها في دقيق قشور الكسافا ، وعملية صنعها تتم عن طريق التخمير أولاً. لتحقيق الاستقرار في القيمة الغذائية والمضادات الغذائية (حمض السيانيد) في ذلك قبل الاستهلاك (I. *Lactobacillus plantarum* Ayuningtyas 2016). *Lactobacillus plantarum* هو أحد الأنواع التي تستخدم على نطاق واسع في التخمير لتحسين الخصائص الغذائية والوظيفية للمكونات ، وفقاً (Sumarsih 2012) قدر على إنتاج أنزيمات السليولاز التي يمكن أن تساعد في تحلل مكونات الألياف الخام التي يصعب هضمها في هضم الكائنات الحية. كان الغرض من هذه الدراسة هو إنتاج دقيق قشر الكسافا مع مستويات HCN وانخفاض الألياف الخام وارتفاع نسبة البروتين. استخدمت هذه الدراسة تصميمًا عشوائياً تماماً (CRD) لعاملين و 3 مكررات. العامل الأول للاختلاف في تركيز *L. plantarum* هو ، 0 ، 1 ، 3 ، 5٪ و 5٪ في حين أن العامل الثاني هو الاختلاف في مدة التخمير ، وهي 3 و 4 و 5 أيام. وشملت المتغيرات لوحظ درجات حمض السيانيد والألياف الخام والبروتين. تم تحليل البيانات التي تم الحصول عليها من قبل BNT و ANOVA و MZID من الاختبارات. أظهرت النتائج أن زيادة تركيز *L. plantarum* المضافة إلى وقت التخمير الأطول أثر بشكل كبير على انخفاض حمض السيانيد والألياف الخام وزيادة البروتين في دقيق قشر الكسافا المخمر. حصلت جودة دقيق الكسافا المخمر على نتائج حققت معايير SNI ، أي في علاج K5H5 الكلمات المفتاحية: قشر الكسافا ، حمض السيانيد ، الألياف الخشنة ، البروتين.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji hanya milik Allah , Tuhan semesta alam dan sholawat serta salam tetap kita panjatkan kepada Nabi Agung Muhammad ⁿ. Berkat limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus menyelesaikan skripsi ini dengan baik yang berjudul “ Pengaruh Konsentrasi *Lactobacillus plantarum* dan Lama Fermentasi terhadap Karakteristik Tepung Kulit Singkong (*Manihot esculenta*) Terfermentasi”.

Selanjutnya penulis haturkan ucapan terima kasih seiring do'a dan harapan jazakumullah ahsanal jaza' kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. Abdul Haris, M. Ag, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Romaidi, M.Si., D.Sc selaku Ketua Jurusan Biologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ir. Liliek Harianie AR, M.P selaku Dosen Pembimbing I atas bimbingan, kritik, saran dan motivasi yang diberikan.
5. Mujahidin Ahmad, M.Sc selaku Dosen Pembimbing II, atas bimbingan, kritik, saran dan motivasi yang diberikan.
6. Dr. Hj. Ulfah Utami, M.Sidan Nur Kusmiyati M.Si selaku penguji yang banyak memberikan masukan.
7. Prilya Dewi Fitriasari, M.Sc dan Retno Novitasari, M.Sc selaku Kepala Laboratorium dan Laboran Mikrobiologi.
8. Bapak dan Ibu dosen Biologi beserta para asisten dosen, segenap karyawan, karyawati dan teman-teman angkatan 2013 Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan penulis berharap semoga skripsi ini bisa memberikan manfaat kepada para pembaca khususnya bagi penulis secara pribadi. *Amin Ya Rabbal Alamin.*

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Malang, 21 Juni 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSEMAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN.....	v
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
الملخص	x
KATA PENGANTAR	xi
DAFTR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan.....	8
1.4 Hipotesis.....	8
1.5 Manfaat Penelitian.....	8
1.6 Batasan Masalah.....	9

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Singkong (<i>Manihot esculenta</i>)	10
2.2 Kulit Singkong (<i>Manihot esculenta</i>) dan Manfaatnya	14
2.3 Asam Sianida (HCN)	17
2.4 Fermentasi oleh Bakteri Asam Laktat	19
2.5 Bakteri Asam Laktat (BAL)	21
2.6 <i>Lactobacillus plantarum</i>	24
2.7 Tepung Kulit Singkong	27

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian	28
3.2 Variabel Penelitian	28
3.2.1 Variabel Bebas	28
3.2.2 Variabel Terikat.....	29
3.2.3 Variabel Kontrol.....	29
3.3 Waktu dan Tempat	29
3.4 Alat dan Bahan.....	29

3.4.1 Alat	29
3.4.2 Bahan	30
3.5 Prosedur Penelitian.....	30
3.5.1 Pembuatan Media	30
3.5.1.1 Media MRSA.....	30
3.5.1.2 Media MRSB	31
3.5.2 Pembiakan Bakteri <i>Lactobacillus plantarum</i>	31
3.5.3 Tepung Kulit Singkong (<i>Manihot esculenta</i>) Terfermentasi ..	31
3.5.4 Analisis Tepung Kulit Singkong (<i>Manihot esculenta</i>) Terfermentasi.....	32
3.5.4.1 Analisis Kadar Asam Sianida (HCN)	32
3.5.4.2 Analisis Serat Kasar	32
3.5.4.3 Analisis Kandungan Protein	33
3.6 Analisis Data Menggunakan SPSS	33
3.7 Alur Penelitian	34

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Konsentrasi <i>Lactobacillus plantarum</i> dan Lama Fermentasi terhadap Nilai Kadar Asam Sianida Tepung Kulit Singkong (<i>Manihot esculenta</i>) Terfermentasi	35
4.2 Pengaruh Konsentrasi <i>Lactobacillus plantarum</i> dan Lama Fermentasi terhadap Nilai Kadar Serat Kasar Tepung Kulit Singkong (<i>Manihot esculenta</i>) Terfermentasi	48
4.3 Pengaruh Konsentrasi <i>Lactobacillus plantarum</i> dan Lama Fermentasi terhadap Nilai Kadar Protein Kulit Singkong (<i>Manihot esculenta</i>) Terfermentasi	41

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran	46

DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN.....	52

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Kandungan Senyawa Kimia dalam 100 gr Kulit Singkong	16
2.2 Kandungan Kimia Limbah Singkong.....	16
2.3 Kadar HCN Kulit Singkong Segar dan Pada Beberapa Perlakuan	17
2.4 Kandungan Gizi Tepung Kulit Singkong.....	27
3.1 Kombinasi Perlakuan Konsentrasi <i>Lactobacillus plantarum</i> dan Lama Fermentasi	28

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Tanaman Singkong	10
2.2 Struktur Lapisan Umbi Singkong	13
2.3 Kulit Singkong	14
4.1 Pengaruh Konsentrasi <i>Lactobacillus plantarum</i> dan Lama Fermentasi terhadap Nilai Kadar Asam Sianida pada Tepung Kulit Singkong (<i>Manihot esculenta</i>) Terfermentasi.	35
4.2 Pengaruh Konsentrasi <i>Lactobacillus plantarum</i> dan Lama Fermentasi terhadap Nilai Kadar Serat Kasar pada Tepung Kulit Singkong (<i>Manihot esculenta</i>) Terfermentasi	38
4.3 Pengaruh Konsentrasi <i>Lactobacillus plantarum</i> dan Lama Fermentasi terhadap Nilai Kadar Protein pada Tepung Kulit Singkong (<i>Manihot esculenta</i>) Terfermentasi	41

DAFTAR LAMPIRAN

1. Hasil Uji Kadar Asam Sianida	52
2. Hasil Uji Kadar Serat Kasar.....	53
3. Hasil Uji Kadar Protein.....	54
4. Perhitungan	55
5. Hasil SPSS Uji Kadar Asam Sianida	56
6. Hasil SPSS Uji Kadar Serat Kasar	62
7. Hasil SPSS Uji Kadar Protein.....	67



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meningkatnya pertumbuhan penduduk di Indonesia, secara tidak langsung meningkat pula kebutuhan bahan pangan. Meningkatnya kebutuhan bahan pangan yang terus menerus menuntut adanya modifikasi jenis bahan pangan lain yang dapat dikonsumsi untuk memenuhi kebutuhan pangan, salah satunya dengan pemanfaatan singkong. Di Indonesia pada tahun 2008 produksi singkong sebesar 21.756.991 ton, dan tahun 2011 terjadi peningkatan mencapai 24.044.025 ton. Di tahun 2013 meningkat lagi menjadi 23.936.921 ton dan pada tahun 2014 diperkirakan sebesar 26 juta ton (Julianto, 2014 dalam Ayuningtyas Irma, 2016).

Dalam Al-Qur'an Surat Asy-syu'ara (26) : 7, Allah SWT berfirman :

أَوْ لَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتَنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٌ ۝

Artinya: "dan Apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu pelbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik?".

Berdasarkan tafsir Jalalain kata *kariim* yang artinya baik dan *zauj* artinya tumbuh-tumbuhan (Al- Mahalli dan As - Suyuthi, 2000). Dalam ayat tersebut sebagaimana kedudukan makhluk Allah yang berkedudukan tinggi (berakal) diperintahkan untuk memperhatikan tumbuh-tumbuhan yang baik serta mulia atas ciptaan-Nya. Tumbuh-tumbuhan yang dimaksud ini ialah tumbuhan yang memiliki berbagai manfaat dan kandungan nutrisi didalamnya.

Allah | telah menumbuhkan berbagai macam tumbuhan yang baik serta mulia, salah satu diantaranya adalah tanaman singkong (*Manihot esculenta*). Tanaman singkong merupakan salah satu tanaman yang dimanfaatkan sebagai bahan pangan pokok masyarakat Indonesia yang banyak mengandung karbohidrat didalamnya. Selain umbi singkong, daun nya mengandung banyak protein yang juga dapat dimanfaatkan untuk sayur.adapun produk berbahan dasar singkong ini meliputi gapelek, tepung tapioka, tape, keripik, dan produk-produk lainnya.

Pengolahan singkong dengan skala besar akan menghasilkan limbah yang jumlahnya cukup besar pula. Adapun persentase limbah kulit tersebut terdiri dari 0,5% - 2% adalah *periderm* yaitu lapisan terluar kulit singkong yang berwarna cokelat dan masih bercampur dengan kotoran tanah dan 8% - 19.5% adalah *cortex* yaitu lapisan kulit singkong yang bagian dalam umumnya berwarna putih kekuningan (Onwueme, 1978 dalam Cahyaningtyas, 2014). Dengan demikian sesuai dengan produksi singkong per tahunnya, limbah kulit yang dihasilkan dapat dimanfaatkan sekitar 0,24 – 0,585 juta ton per tahunnya. Berangkat dari konsep *zero waste* yaitu meminimalisir limbah pada suatu produksi, maka limbah kulit singkong ini perlu dimanfaatkan sebagai bahan baku produksi, maka limbah kulit singkong ini perlu dimanfaatkan sebagai bahan baku produk pangan fungsional.

Rendahnya pengetahuan terkait pengolahan kulit singkong, biasanya pemanfaatannya sebatas diolah untuk pakan ternak yang mampu memberikan nutrisi lebih banyak dari pada pakan ternak pada umumnya atau dibuang dan akan menjadi limbah lingkungan sekitar. Pengolahan ini sebenarnya belum dapat memaksimalkan peningkatan mutu dan pemanfaatan limbah kulit singkong. Oleh

karena itu perlu dilakukan cara-cara pengolahan yang lain, diantaranya dengan cara mengolahnya menjadi tepung kulit singkong.

Saat ini tepung kulit singkong (*Manihot esculenta*) mulai dijadikan bahan substitusi pembuatan bahan baku olahan pangan, yaitu pada pembuatan muffin (Pratiwi, 2013), pembuatan bika Ambon (Arvika, 2017), pembuatan cookies (Cahyaningtyas H.F, 2014), pembuatan mie basah (Mahanany, 2013). Dan masih banyak pemanfaatan tepung kulit singkong lainnya. Tepung fermentasi kulit singkong merupakan tepung yang terbuat dari kulit singkong dan diproses dengan menggunakan metode fermentasi. Proses pembuatannya yang berbeda dari kebanyakan tepung pada umumnya, yaitu dengan melakukan fermentasi terlebih dahulu. Guna menstabilkan nilai nutrisi dan zat anti gizi (asam sianida) didalamnya sebelum dikonsumsi (Ayuningtyas, 2016).

Secara alami kulit singkong tidak dapat langsung dikonsumsi, mengingat kulit singkong mengandung serat kasar yang tinggi (21,5%), protein yang rendah (4,5%) dan asam sianida (HCN) yang diketahui berdampak negatif terhadap ternak (Supriyati, 2002). Oleh karena itu perlu dilakukan suatu proses perendaman, pengeringan, perebusan dan fermentasi untuk menghilangkan kandungan asam sianida (HCN) pada kulit singkong (Richana, 2012). Salah satu usaha yang digunakan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan dan kandungan gizi terutama protein serta mengurangi atau menghilangkan zat anti nutrisi (sianida) yang terkandung dalam limbah kulit singkong adalah dengan teknologi fermentasi menggunakan bakteri anaerob (Anggraeni W.D, 2015). Proses fermentasi juga dapat menurunkan kandungan serat kasar yang diduga meningkatkan daya cerna bahan makanan berkualitas rendah. Dalam proses fermentasi, mikroba yang

digunakan akan menghasilkan enzim yang akan mendegradasi senyawa-senyawa kompleks menjadi lebih sederhana serat mensintesis protein yang merupakan pengkayaan protein bahan (Juliarti. dkk, 2013).

Fermentasi pada pembuatan tepung mocaf (*modified of cassava flour*) dipengaruhi beberapa faktor yaitu jenis dan jumlah mikroflora serta lama fermentasi (Ansori, 2013). Bakteri dari spesies *lactobacillus* sp. merupakan bakteri probiotik yang mampu menghasilkan enzim selulase dan membantu proses pencernaan dengan karakteristik dapat bertahan pada pH rendah, toleransi terhadap garam empedu serta menghasilkan antibiotik dan asam organik. Menurut Sumarsih (2012), *Lactobacillus plantarum* mampu menghasilkan enzim selulase yang dapat membantu mendegradasi komponen serat kasar yang sulit dicerna dalam pencernaan makhluk hidup khususnya ternak unggas .menurut Zubaidah, dkk (2010) penambahan isolat bakteri *Lactobacillus plantarum* mampu menurunkan kadar serat kasar pada bekatul sebesar 0,3% setelah 12 jam fermentasi. Fermentasi selama 28 hari menggunakan *Lactobacillus plantarum* juga menurunkan kadar serat tebon jagung 2,5% (Widodo, 2014).

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 (Gobbetti et.al., 2005), pati dari *Ensete ventricosum*, ubi jalar, ubi kayu (Panda, 2008). *Lactobacillus plantarum* lebih mudah beradaptasi dengan berbagai kondisi, dapat memfermentasi berbagai jenis karbohidrat, bersifat non patogen (Quatravaux et.al., 2006), dan beberapa 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).

Penelitian yang dilakukan oleh Kurniati, dkk (2012) tepung Mocaf dengan kandungan nutrisi terbaik dihasilkan pada waktu fermentasi 120 jam (5 Hari) dengan menggunakan *Lactobacillus plantarum* dengan kadar protein 8,557% dan kadar HCN 1,8% serta karakteristik tepung yang dihasilkan hampir menyerupai tepung terigu. Tandrianto. J, dkk (2014) telah melakukan penelitian penambahan isolat bakteri *Lactobacillus plantarum* sebanyak 10.000 sel/mL mampu meningkatkan kadar protein tertinggi pada tepung mocaf sebesar 0,62% setelah 72 jam (3 hari) fermentasi. Fenomena ini terjadi karena selama fermentasi *Lactobacillus plantarum* menghasilkan enzim proteinase yang memacu aktivitas enzim protease. Enzim protease tersebut dihasilkan oleh mikroba, yang mana semakin lama waktu fermentasi populasi *Lactobacillus plantarum* meningkat seiring dengan tingginya kadar protein yang dihasilkan.

Lactobacillus plantarum merupakan jenis bakteri yang bersifat proteolitik yang dapat mengurai senyawa protein menjadi senyawa lebih sederhana untuk memperoleh nutrisi bagi pertumbuhan bakteri. Selama fermentasi *Lactobacillus plantarum* tumbuh menghasilkan enzim pektinolitik dan selulolitik yang dapat menghancurkan dinding sel bahan makanan sehingga terjadi liberasi granula pati. *Lactobacillus plantarum* selanjutnya akan menghasilkan enzim-enzim yang menghidrolisis pati menjadi gula dan selanjutnya mengubah menjadi asam-asam

organik, terutama asam laktat. Hal ini menyebabkan terjadinya perubahan karakteristik yang dihasilkan selama proses fermentasi (Ramadhani L.S, 2017).

Penjelasan mengenai kondisi diatas bahwa terdapat nilai yang bertujuan untuk mengkaji dan melihat kandungan berfikir dan mengkaji segala ciptaan Allah | Seperti dalam Al-Qur'an surat Al-Imron ayat 190-191 mengenai perintah untuk selalu memikirkan segala ciptaan Allah | di segala kondisi, bahwa tiada ada satu pun ciptaan Allah | di bumi ini yang sia-sia. Pada surat Yunus ayat 6 juga menjelaskan bahwa pada ciptaan langit, bumi dan seisinya terdapat tanda kekuasaan Allah | yang akan tampak bagi orang-orang yang memahami dan mengambil pelajaran. Hadits yang diriwayatkan oleh Abu Nu'aim dari Ibnu Abbas ^ bahwa Rasulullah ﷺ pernah sabda:

تَعْكِرُوا فِي خَلْقِ اللَّهِ وَلَا تَنْكِرُوا فِي اللَّهِ

Artinya: “*Berfikirlah terhadap apa-apa yang telah diciptakan oleh Allah dan jangan berfikir tentang dzat Allah. Sesungguhnya kamu tak akan mampu mengukur kekuasannya*” (HR. Abu Nu'aim dari Ibnu Abbas ^).

Berdasarkan uraian hadist diatas, menurut Syaikh Nashiruddin Al-Bani dalam kitab *Shahihul Jami'ish Shaghir* dan *Silsilahtu Ahadist Ash-Shahihah* berderajat hasan. Bahwasannya salah satu ciri manusia yang membedakan dari makhluk Allah | lainnya adalah kemampuan dalam berpikir. Dengan kesempurnaan berpikirnya tersebut, manusia dapat meraih berbagai kemajuan, kemanfaatan dan kebaikan. Namun tidak sedikit manusia mengalami kesesatan dan kebinasaan akibat berpikir. Oleh karena itu Rasulullah ﷺ menghendaki kaum

muslim untuk memiliki budaya tafakur yang bisa mengantarkan untuk kemajuan, kebermanfaatan, kebaikan, ketaatan, keimanan kepada Allah ﷺ.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan tersebut diharapkan pemberian konsentrasi *Lactobacillus plantarum* dan lama fermentasi dapat memberikan pengaruh terhadap karakteristik tepung kulit singkong (*Manihot esculenta*) terfermentasi dengan memiliki kadar HCN rendah (normal), kadar serat kasar rendah, kadar protein tinggi. sehingga mampu menjadi produk bahan pangan fungsional.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi *Lactobacillus plantarum* dan lama fermentasi terhadap nilai kadar asam sianida tepung kulit singkong (*Manihot esculenta*) terfermentasi ?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi *Lactobacillus plantarum* dan lama fermentasi terhadap nilai kadar serat kasar tepung kulit singkong (*Manihot esculenta*) terfermentasi ?
3. Bagaimana pengaruh konsentrasi *Lactobacillus plantarum* dan lama fermentasi terhadap nilai kadar protein tepung kulit singkong (*Manihot esculenta*) terfermentasi ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi *Lactobacillus plantarum* dan lama fermentasi terhadap nilai kadar asam sianida tepung kulit singkong (*Manihot esculenta*) terfermentasi ?

2. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi *Lactobacillus plantarum* dan lama fermentasi terhadap nilai kadar serat kasar tepung kulit singkong (*Manihot esculenta*) terfermentasi ?
3. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi *Lactobacillus plantarum* dan lama fermentasi terhadap nilai kadar protein tepung kulit singkong (*Manihot esculenta*) terfermentasi ?

1.4 Hipotesis

Hipotesis adalah :

1. Adanya pengaruh konsentrasi *Lactobacillus plantarum* dan lama fermentasi terhadap kadar asam sianida tepung kulit singkong (*Manihot esculenta*) terfermentasi.
2. Adanya pengaruh konsentrasi *Lactobacillus plantarum* dan lama fermentasi terhadap kadar serat kasar tepung kulit singkong (*Manihot esculenta*) terfermentasi.
3. Adanya pengaruh konsentrasi *Lactobacillus plantarum* dan lama fermentasi terhadap kadar protein tepung kulit singkong (*Manihot esculenta*) terfermentasi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat pada penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi kepada masyarakat untuk mengolah limbah kulit singkong (*Manihot esculenta*) menjadi produk yang bermanfaat.
2. Menggali potensi limbah kulit singkong (*Manihot esculenta*) sebagai salah satu sumber energi tambahan.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Kulit singkong (*Manihot esculenta*) yang digunakan adalah kulit bagian dalam dan didapatkan dari petani Singkong Desa Ngenep Karanglo Malang.
2. Isolat bakteri yang digunakan untuk fermentasi adalah bakteri asam laktat yaitu *Lactobacillus plantarum*.yang didapatkan di Laboratorium Mikrobiologi Universitas Brawijaya Malang.
3. Sampel kulit singkong yang dipakai sebanyak 50 gr pada masing-masing satuan perlakuan.
4. Konsentrasi penambahan *Lactobacillus plantarum* yang akan digunakan dalam fermentasi tepung kulit singkong adalah 0%, 1%, 3% dan 5%.
5. Lama waktu fermentasi yang akan digunakan pada tepung kulit singkong adalah 3 hari, 4 hari dan 5 hari.
6. Proses fermentasi dilakukan pada suhu 37 °C.
7. Karakteristik yang diukur sebagai parameter ukur pada penelitian ini adalah kadar asam sianida (HCN), kadar serat kasar dan kadar protein tepung kulit singkong (*Manihot esculenta*) terfermentasi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Singkong (*Manihot esculenta*)



Gambar 2.1 Tanaman Singkong (*Manihot esculenta*)
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2018)

Dalam Al-Qur'an Surat Al-Hijr (15) ayat 19-20, Allah ¹ Berfirman :

وَأَلْأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوْسِيَّا وَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ شَيْءٍ مَّوْزُونٍ ۚ ۱۹ وَجَعَلْنَا لَكُمْ فِيهَا مَعِيشَ وَمَنْ لَسْتُمْ لَهُ بِرْزَقٌ ۚ ۲۰

Artinya : “Dan Kami telah menghamparkan bumi dan menjadikan padanya gunung-gunung dan Kami tumbuhkan padanya segala sesuatu menurut ukuran. Dan Kami telah menjadikan untukmu di bumi keperluan-keperluan hidup, dan (kami menciptakan pula) makhluk-makhluk yang kamu sekali-kali bukan pemberi rezki kepadanya”.

Menurut Ibn ‘Abbas ^a Arti kata ”موزون“ adalah sesuai ukuran, maklum (diketahui tertentu). Bahwa setiap tumbuhan yang ada dibumi ditumbuhkan dalam penciptaan yang amat rapi, teliti, dan tepat. Bersamaan dengan hal itu, dalam suasana kebesaran muncul kata jamak berbentuk nakirah dari kata ”معيش“ yang artinya keperluan hidup (penghidupan). Arti kata tersebut disamarkan untuk

menggambarkan kebesaran Allah¹ yang memberikan rezeki dari bumi (Ibn Katsir, 2003).

Singkong (*Manihot esculenta*) merupakan tanaman pangan berupa perdu dengan nama lain ketela pohon, ubi kayu, atau kasape. Singkong berasal dari benua Amerika, tepatnya dari negara Brasil. Penyebarannya hampir ke seluruh dunia, antara lain Afrika, Madagaskar, India, dan Tiongkok. Ubi kayu diperkirakan masuk ke Indonesia pada tahun 1852 (Hambali, 2007 dalam Nasution S.B, 2015).

Berdasarkan sejarahnya tanaman singkong yang ada di Indonesia tidak diketahui secara pasti, tetapi pada tahun 1852 Kebun Raya Bogor mendatangkan bibit singkong dari Suriname, setelah itu bibit-bibit tersebut diperbanyak, dan pada tahun 1854 dikirim kesemua Keresidenan di seluruh pulau Jawa, akibat berkobarnya Perang Dunia 1 dan macetnya impor beras, penanaman singkong diperluas dengan cepat, karena dihawatirkan akan timbul bahaya kekurangan bahan pangan (Sosrosoedirjo, 1992).

Taksonomi tanaman singkong menurut Grace (1977) adalah sebagai berikut:

Divisio	: Spermatophyta
Subdivisio	: Angiosperma
Klas	: Dicotiledoniae
Ordo	: Geraniales
Famili	: Euphorbiaceae
Subfamili	: Euphorbiaceae(Contonoideae)
Tribe	: Manihoteae
Genus	: Manihot

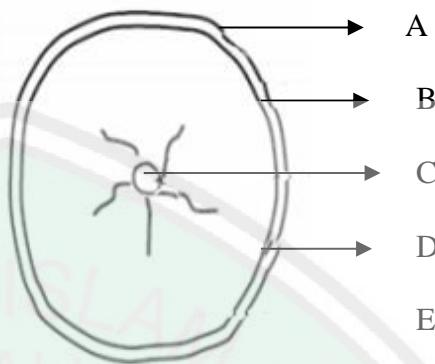
Spesies : *Manihot esculante Crantz* atau *Manihot utilisima*

Singkong merupakan tanaman berumur panjang yang tumbuh di daerah tropika dengan kemampuan adaptasi terhadap lingkungan yang tinggi, tetapi sensitif terhadap suhu rendah. Tanaman singkong mempunyai adaptasi yang luas. Hal inilah yang menyebabkan singkong dapat ditanam dimana-mana setiap waktu sepanjang tahun dengan resiko kegagalan kecil (Parida Y, 2015). Menurut Cecep (2009 dalam Parida Y, 2015) berpendapat bahwa Tanaman singkong memiliki beberapa kelebihan diantara dapat tumbuh disegala tanah, tidak memerlukan tanah yang subur asal cukup gembur, tetapi sebaliknya tidak tumbuh dengan baik pada tanah yang terlalu banyak airnya.

Sistem perkembangan ubi kayu didalamnya terdapat beberapa akar yang digunakan untuk menyimpan bahan makanan (karbohidrat), akibatnya ukuran akar akan terus membesar mengalahkan ukuran akar lainnya. Akar yang membesar inilah yang kemudian disebut sebagai umbi ubi kayu. Umbi ini memiliki kulit ari berwarna cokelat, sedangkan kulit dalamnya ada yang bewarna kemerahan atau putih dengan warna daging kuning atau putih (Djaafar dan Rahayu, 2000 dalam Winata V.Y, 2015).

Umbi singkong memiliki diameter 2-8 cm dan panjang 10-50 cm. Bentuk umbi singkong lonjong dan tidak beraturan. Umbi singkong mengandung air sekitar 60%, pati 23%-25% serta protein, mineral, serat, kalsium dan fosfat. Menurut Ubaidillah (2009 dalam Winata V.Y, 2015), umbi singkong terdiri dari kulit luar, kulit dalam, lapisan kambium, daging buah, dan inti buah. Kulit lapisan luar merupakan bagian umbi singkong yang bersentuhan dengan tanah. Di bawah kulit luar terdapat kulit dalam. Lapisan kulit dalam ini berupa kortex sehingga lapisan ini

saling terikat dan sedikit keras. Lapisan inilah yang nantinya akan dikupas menjadi limbah kulit yang dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Umbi Singkong (A) kulit luar singkong, (B) Kulit dalam singkong, (C) Inti, (D) Lapisan kambium, (E) Daging umbi.
(Sumber : Ubaidillah, 2009)

Singkong terdiri dari beberapa bagian yang sangat bermanfaat dikehidupan sehari-hari. Umbinya bisa dimanfaatkan sebagai sumber karbohidrat, daunnya dapat yang dimakan sebagai sayuran atau sebagai ramuan, merupakan sumber protein yang baik juga mengandung vitamin dan mineral. Bagian dari singkong yang dianggap limbah jika tidak dimanfaatkan yaitu kulit singkong, yang merupakan limbah kupasan hasil pengolahan gapplek, tapioka, tape, dan pangangan berbahan dasar singkong lainnya (Parida Y, 2015).

Saat ini, Indonesia termasuk dari 3 (tiga) negara penghasil singkong terbesar di dunia. Dan Indonesia memiliki peluang besar untuk menjadi negara penghasil singkong terbesar di dunia karena diversifikasi budidaya singkong kita terus berkembang pesat. Untuk produksi ubi kayu tahun 2008 produksi 21.756.991 ton, dan tahun 2011 meningkat mencapai 24.044.025 ton. Lalu pada tahun 2013 meningkat lagi menjadi 23.936.921 ton. Jika dirata-rata dari tahun 2009,

produktivitas naik sekitar 4,64 persen dan produksi naik sekitar 2,04 persen. Dan tahun ini diperkirakan sekitar 26 juta ton (Julianto, 2014 dalam Ayuningtyas I, 2016).

2.2 Kulit Singkong (*Manihot esculenta*) dan Manfaatnya



Gambar 2.3 Kulit Singkong (*Manihot esculenta*)
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2018)

Allah ¹ Berfirman dalam Surah Al-Mulk (67) : 3

اللَّهُمَّ خَلَقْتَ سَبَعَ سَمَاوَاتٍ طِبَاقًا مَا تَرَى فِي خَلْقِ الرَّحْمَنِ مِنْ تَفْوِيتٍ فَارْجِعْ الْبَصَرَ
هَلْ تَرَى مِنْ فُطُورٍ ۝

Artinya : “yang telah menciptakan tujuh langit berlapis-lapis. kamu sekali-kali tidak melihat pada ciptaan Tuhan yang Maha Pemurah sesuatu yang tidak seimbang. Maka lihatlah berulang-ulang, Adakah kamu lihat sesuatu yang tidak seimbang?”

Ibn ‘Abbas, Mujahid, Adh-Dhahhak, Ats-Tsauri, dan lainnya mengenai kalimat ““من فطور“” yakni sesuatu yang “tidak seimbang (pecah)”. As-Suddi mengatakan “kerusakan”. Ibn ‘Abbas mengatakan dalam sebuah riwayat yakni “kelemahan” (Ibn Katsir, 2003). Maksud dari ayat tersebut adalah segala sesuatu yang diciptakan oleh Allah | di bumi ini telah sempurna dan seimbang, tetapi karna ulah manusia lah yang merusak segala sesuatu di bumi sehingga timbul ketidak seimbangan lingkungan. Dengan ketidak seimbangan tersebut, maka

perlunya kami orang-orang yang berakal memberikan solusi sehingga keadaan dimuka bumi ini menjadi seimbang. Dengan memanfaatkan limbah kulit singkong sebagai produk pangan alternatif merupakan salah satu upaya untuk menyeimbangkan dampak dari kerusakan lingkungan. Karna pada hakikatnya Allah

¹ menciptakan segala sesuatu dengan sangat baik, tidaklah kurang dan lebih dengan berbagai manfaatnya

Kulit singkong sering kali dianggap limbah yang tidak berguna oleh sebagian industri berbahan baku singkong. Oleh karena itu, bahan ini masih belum banyak dimanfaatkan dan dibuang begitu saja dan umumnya hanya digunakan sebagai pakan ternak. Data Badan Pusat Statistik (BPS) menyatakan bahwa tingkat produksi singkong mencapai 23,7 juta ton (Anonim, 2012 dalam Cahyaningtyas H.F, 2014). Presentase kulit singkong yang dihasilkan berkisar antara 15-20% dari berat umbi, dengan prosentase lapisan *periderm* sebesar 0,5 - 2% dan kulit bagian dalam (*cortex*) berwarna putih mencapai 8-19,5% (Onwueme, 1978 dalam Cahyaningtyas H.F, 2014). Menurut Hikmiyati (2009 dalam Cahyaningtyas H.F, 2014), dengan produksi singkong sebesar 18,9 juta ton per tahun, limbah kulit bagian dalam yang berwarna putih dapat mencapai 1,5 - 2,8 juta ton, sedangkan limbah kulit luar yang berwarna coklat (*periderm*) mencapai 0,04 - 0,09 juta ton.

Kulit singkong umumnya mempunyai ketebalan 1 - 4 mm (Nartey, 1979 dalam Cahyaningtyas H.F, 2014). Selama ini, pemanfaatan kulit singkong masih jarang. Pada umumnya, kulit singkong hanya digunakan sebagai pakan ternak dan makanan ringan seperti keripik (Grace, 1977 dalam Cahyaningtyas H.F, 2014). Padahal didalam kulit singkong terdapat kandungan serat yang cukup tinggi yang dapat dijadikan sebagai produk fungsional. Kandungan senyawa kimia dalam 100

gr kulit singkong dapat dilihat pada Tabel 2.1 Sementara itu untuk kandungan kimia dalam limbah singkong keseluruhan dapat di lihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.1 Kandungan Senyawa Kimia dalam 100 gr Kulit Singkong

Komponen	Jumlah (%)
Protein	8,11
Serat Kasar	15,20
Pektin	0,22
Lemak	1,29
Kalsium	0,63

Sumber : Rukmana, 1997 (dalam Cahyaningtyas H.F, 2014).

Tabel 2.2 Kandungan Kimia Limbah Singkong

Bahan	Bahan Kering (%)	Protein(%)	Serat Kasar (%)	Lemak (%)
Daun	23.53	21.45	25.71	9.72
Kulit	17.45	8.11	15.20	1.29
Onggok	85.50	01.51	0.25	1.03

Sumber: Sudaryanto, 1989 (dalam Cahyaningtyas H.F, 2014).

Terdapat faktor pembatas dalam kulit singkong yang membuat pemanfaatannya masih minim, yaitu kandungan Asam Sianida (HCN) di dalam kulit singkong. Menurut Cuzin dan Labat (1992 dalam Cahyaningtyas H.F, 2014), total kandungan sianida pada kulit singkong berkisar antara 150 sampai 360 mg HCN per kg berat segar. Kadar asam sianida pada kulit singkong bisa mencapai 5 sampai 10 kali lebih besar dari pada umbinya (Rustandi, 2012 dalam Cahyaningtyas H.F, 2014). Batas aman kadar HCN untuk tepung kulit singkong sebagai pakan ternak adalah sebesar ≤ 50 ppm (Anonim, 2013 dalam Cahyaningtyas H.F, 2014). Kadar HCN dalam singkong tidak konstan, akan tetapi berubah-ubah dipengaruhi oleh faktor lingkungan (Sosrosoedirjo, 1992 dalam Cahyaningtyas H.F, 2014).

Kandungan HCN pada kulit singkong segar dan pada beberapa perlakuan pengolahan dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Kadar HCN Kulit Singkong Segar dan pada beberapa Perlakuan

Perlakuan	Kadar HCN (ppm)
Kontrol/asli	159,56
Rendam	3,56
Kukus	4,22
Urea	2,38
Fermentasi <i>Trichoderma</i>	0,77

Sumber : Rustandi, 2012 (dalam Cahyaningtyas H.F, 2014).

2.3 Asam Sianida (HCN)

Singkong mengandung racun *linamarin* dan *loustralin* yang termasuk golongan glikosida sianogenik. *Linamarin* terdapat pada semua bagian tanaman, terutama terakumulasi pada akar dan daun. Singkong dibedakan atas dua tipe, yaitu pahit dan manis. Singkong tipe pahit mengandung kadar racun yang lebih tinggi dari pada tipe manis. Jika singkong mentah atau yang dimasak kurang sempurna dikonsumsi maka racun tersebut akan berubah menjadi senyawa kimia yang dinamakan hidrogen sianida, yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan (Yuliarti, 2007 dalam Yuliani TT, 2014).

Sianida dalam singkong merupakan ikatan sianida sianogenik, yang terdiri dari 93% *linamarin* dan 7% *lotastralin*. Konsentrasi sianida dalam ubi kayu segar menurun mulai dari bagian kulit ke daging umbi bagian dalam. Konsentrasi *linamarin* berbeda antar bagian umbi pada varietas yang sama. Ubi kayu segar mengandung *linamarase* yang menghidrolisa *linamarin* dan *lotastralin* menjadi *hydroxynitril* dan glukosa. Ketika sel itu rusak, maka enzim dan substrat menjadi

kontak dengan udara dan dibebaskan HCN (Suismono dan Damardjati, 1992 dalam Yuliani TT, 2014).

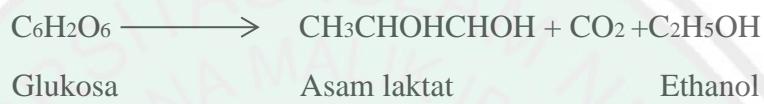
Asam sianida (HCN) pada singkong ditandai dengan bercak warna biru, akan menjadi toksin (racun) bila dikonsumsi pada kadar HCN lebih dari 50 ppm. Pengelompokan ubi kayu berdasarkan kadar HCN menjadi 3 kelompok, yaitu (1) tidak boleh dikonsumsi bila kadar HCN lebih dari 100 ppm (rasa pahit) seperti varietas Adira II, Adira IV dan Thailand; (2) dianjurkan dikonsumsi bila kadar HCN 40-100 ppm (agak pahit), seperti varietas UJ-5; dan (3) boleh dikonsumsi bila kadar HCN kurang dari 40 ppm (tidak pahit), seperti varietas Adira 1 dan Manado. Ada korelasi antara kadar HCN ubi kayu segar dengan kandungan pati. Semakin tinggi kadar HCN semakin pahit dan kadar pati meningkat dan sebaliknya. Oleh karenanya, industri tapioka umumnya menggunakan varietas berkadar HCN tinggi (varietas pahit) (Prabawati, 2011 dalam Yuliani TT, 2014).

2.4 Fermentasi oleh Bakteri Asam Laktat

Fermentasi mempunyai pengertian aplikasi metabolisme mikroba untuk mengubah bahan baku menjadi produk yang benilai, seperti asam-asam organik, protein sel tunggal, antibiotik dan biopolimer. Fermentasi merupakan proses yang relatif murah yang pada hakikatnya telah lama dilakukan oleh nenek moyang kita secara tradisional dengan produk-produknya yang sudah biasa dikonsumsi, seperti tape, tempe, oncom, dan lain-lain (Nurhayani, 2000).

Fermentasi secara teknik dapat didefinisikan sebagai suatu proses oksidasi anaerobik atau parsial anaerobik karbohidrat yang menghasilkan alkohol serta beberapa asam. Fermentasi sendiri berasal dari bahasa latin “*ferfere*” yang berarti mendidihkan, sedangkan menurut ilmu kimia yaitu terbentuknya gas-gas CO₂ dari

suatu cairan kimia. Hidayat (2006) menjelaskan bahwa fermentasi dapat didefinisikan sebagai perubahan gradual oleh enzim beberapa bakteri, khamir dan jamur untuk memperoleh energi yang diperlukan untuk metabolisme dan pertumbuhannya melalui pemecahan senyawa-senyawa organik secara anaerobik. Gula seperti glukosa, fruktosa dan sukrosa sebagai bahan dasar ketika difermentasi dalam kondisi anaerob akan menghasilkan etanol, asam laktat, asam butirat, aseton dan hidrogen. Proses fermentasi yang umum dari tipe ini adalah :



Prinsip fermentasi asam laktat pada ubi kayu termodifikasi adalah memodifikasi sel ubi kayu dengan cara fermentasi menggunakan bakteri asam laktat (BAL). Selanjutnya BAL akan memproduksi enzim dan asam organik yang akan mendegradasi sebagian pati menjadi polimer yang lebih pendek rantainya sehingga memperbaiki sifat fungsional tepung (Salim, 2011). Pemanfaatan bakteri asam laktat pada makanan memiliki dampak positif terhadap kualitas makanan yaitu bersifat biopreservatif karena asam laktat yang dihasilkan akan menurunkan pH. Nilai pH dapat turun sampai 4, yang dapat berpengaruh terhadap daya simpan dan rasa juga mikroba patogen tidak dapat tumbuh pada pH ini. Keasaman tersebut juga dapat menyebabkan terjadinya koagulasi protein sehingga tekstur bahan pangan akan berubah (Ray, 1996).

Menurut Subagio (2006), mikrobia selama perendaman akan menghasilkan enzim pektinolitik dan selulolitik yang akan menghancurkan dinding sel ubi kayu dan terjadi penghilangan komponen penimbul warna seperti pigmen,

dan protein yang dapat memicu *browning* non enzimatik. Semakin lama perendaman akan menyebabkan semakin berkurangnya komponen penimbul warna, selain itu, pengeringan lapisan lendir juga akan mempercepat laju perkembangan mikroba dan semakin cepat penghilangan komponen penimbul warna. Selain mempercepat pertumbuhan mikroba, protein pada lendir ubi kayu (glukoprotein) yang berkurang akan memperkecil terjadinya *Maillard*.

Ferdiaz (1992) mengatakan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri adalah zat makanan, air, oksigen dan senyawa penghambat pertumbuhan. Sedangkan menurut Buckle (1985) selain zat makanan, suhu, pH dan aktivitas air, pertumbuhan bakteri juga dipengaruhi oleh waktu. Fermentasi juga dapat memperbaiki sifat-sifat bahan dasar seperti meningkatkan kecernaan, menghilangkan senyawa beracun, menimbulkan rasa, dan aroma yang disukai (Winarno dkk 1980 dalam Parida Y, 2015).

Produk fermentasi dapat digunakan sebagai bahan atau suplemen produk pangan atau pakan. Proses fermentasi ini selain untuk meningkatkan nilai gizi juga untuk meningkatkan pendapatan masyarakat. Lebih jauh lagi produk fermentasi dapat dijadikan bahan pangan untuk mengatasi masalah kekurangan gizi (Nurhayani, 2000).

Hasil fermentasi tergantung dari jenis bahan (substrat), macam mikroba dan kondisi di sekelilingnya yang mempengaruhi aktivitas mikroba. Kulit singkong mengandung bahan-bahan organik seperti karbohidrat, protein, lemak, dan mineral. Proses fermentasi dapat meningkatkan kandungan energi dan protein, menurunkan kandungan sianida dan kandungan serat kasar, serta meningkatkan daya cerna bahan makanan berkualitas rendah (Parida Y, 2015).

2.5 Bakteri Asam Laktat (BAL)

Bakteri asam laktat merupakan bakteri yang mampu menghasilkan asam laktat, hidrogen peroksida, antimikroba dan hasil metabolisme lain yang memberikan pengaruh positif bagi kesehatan dan tumbuh pada pH lingkungan yang rendah. Secara ekologis, kelompok bakteri ini sangat bervariasi dan anggota spesiesnya dapat mendominasi macam-macam makanan, minuman atau habitat lain seperti tanaman, jerami, rongga mulut hewan (Sudarmadji, 1989).

Bakteri asam laktat diisolasi untuk menghasilkan antimikroba yang dapat digunakan sebagai probiotik. Manfaat bagi kesehatan yang berkaitan dengan bakteri asam laktat, diantaranya memperbaiki daya cerna laktosa, mengendalikan bakteri patogen dalam saluran pencernaan, penurunan serum kolesterol, menghambat tumor, kanker, antimutagenik dan antikarsinogenik, menstimulir sistemimun, pencegahan sembelit, produksi vitamin B, produksi bakteriosin dan inaktivasi berbagai senyawa beracun. Konsumsi probiotik dapat menimbulkan efek terapeutik pada tubuh dengan cara memperbaiki keseimbangan mikroflora dalam saluran pencernaan (Fuller, 1989).

Bakteri asam laktat (BAL) merupakan kelompok bakteri gram positif, tidak membentuk spora (Yousef, 2003), katalase negatif yang dapat memproduksi asam laktat dengan cara memfermentasi karbohidrat, non-motil atau sedikit motil, mikroerofilik sampai anaerob, toleran terhadap asam, kemoorganotrofik dan membutuhkan suhu mesofilik (Axelson, 1989; Reddy, 2008), bersifat anaerob tetapi mampu mentoleransi adanya oksigen dan metabolism karbohidrat melalui jalur fermentasi (Yousef, 2003). Kisaran temperatur pertumbuhan untuk bakteri

asam laktat biasanya 15°C – 45°C. sedangkan suhu optimum untuk pertumbuhan bakteri asam laktat pada suhu 30°C – 37°C (Barrow, 1993).

Salminen (1998) dan Yousef (2003) mengatakan bahwa bakteri asam laktat (BAL) merupakan kelompok bakteri gram positif yang tidak membentuk spora dengan katalase negatif. Sneath et al (1986) mengatakan bahwa pengelompokannya juga berdasarkan morfologi, metabolit dan sifat-sifat fisiologinya. Deskripsi tentang bakteri ini diantaranya adalah memproduksi asam laktat sebagai komponen utama setelah fermentasi karbohidrat. Beberapa kelompok BAL secara umum dibagi menjadi genus *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc* dan *Lactobacillus* (Sumanti, 2008):

- 1) *Streptococcus thermophiles*, *Streptococcus lactis* dan *Streptococcus cremoris*. Semua spesies ini merupakan bakteri gram positif berbentuk bulat (kokus) yang terdapat sebagai rantai dan semuanya memiliki nilai ekonomis yang penting dalam industry susu.
- 2) *Pediococcus cerevisiae*, bakteri ini adalah bakteri gram positif berbentuk bulat, khususnya terdapat berpasangan atau berempat (tetrads). Walaupun jenis ini tercatat sebagai perusak bird an anggur, bakteri ini berperan penting dalam fermentasi daging dan sayuran.
- 3) *Leuconostoc mesenteroides* dan *Leuconostoc dextranicum*, spesies ini adalah gram positif berbentuk bulat yang terdapat secara berpasangan atau rantai pendek. Bakteri-bakteri ini berperan dalam perusakan larutan gula dengan produksi pertumbuhan dekstran berlendir. Walaupun demikian, bakteri-bakteri ini merupakan jenis yang penting dalam permulaan

fermentasi sayuran dna juga ditemukan dalam sari buah, anggur dan bahan pangan lainnya.

- 4) *Lactobacillus lactis, Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus bulgaricus, Lactobacillus plantarum, Lactobacillus fermentum* dan *Lactobacillus delbureckii*. Organisme-organisme ini adalah bakteri berbentuk batang, gram positif dan sering berbentuk pasangan dan rantai dari sel-selnya. Jenis ini umumnya lebih tahan terhadap keadaan asam dari pada jenis-jenis *Pediococcus* atau *Streptococcus*. Oleh karena itu jenis ini lebih banyak terdapat pada sayuran.

2.6 *Lactobacillus plantarum*

Allah menciptakan alam semesta beserta isinya yang sangat kompleks untuk manusia. Makhluk ciptaanNya tersebut terdiri dari berbagai macam tumbuhan, hewan maupun mikroorganisme. Allah telah berfirman dalam surat Al-Baqarah ayat 26 sebagai berikut:

إِنَّ اللَّهَ لَا يَسْتَحِيُّ أَنْ يَضْرِبَ مَثَلًا مَا بَعْوَذَةً فَمَا فَوْقَهَا ۚ ۲۶

Artinya : “ Sesungguhnya Allah tiada segan membuat perumpaan berupa nyamuk atau yang lebih rendah dari itu ” (QS. Al-Baqarah:26).

Lafadz *famma fauqohaa* (atau yang lebih rendah dari itu) pada ayat tersebut dapat dimaksud bahwa Allah menciptakan sesuatu yang lebih rendah atau kecil dari pada nyamuk, pada makna dan mengingat nyamuk adalah makhluk kecil yang tidak begitu berarti. Ukuran hewan yang lebih kecil dari nyamuk diantaranya adalah bakteri. Bakteri adalah organisme uniseluler dan bersifat prokariot serta umumnya tidak memiliki klorofil dan mempunyai ukuran yang renik (Warsito, 1995).

Lactobacillus plantarum merupakan bakteri berbentuk batang, umumnya berukuran 0,7-1,0 sampai 3,0-8,0 mikron, tunggal atau dalam rantai-rantai pendek, dengan ujung yang melingkar. Pada kondisi pertumbuhan yang sesuai, organisme ini cenderung berbentuk batang pendek dan akan cenderung lebih panjang di bawah kondisi yang tidak menguntungkan. Bakteri ini termasuk homofermentatif dengan suhu pertumbuhan minimum 10°C, maksimum 40°C dan optimum 30°C (Bucus, 1984). *L. plantarum* umumnya lebih tahan terhadap keadaan asam, sehingga populasi umumnya lebih banyak terdapat pada tahapan akhir dari fermentasi. Bakteri ini sering digunakan dalam fermentasi susu, sayuran dan daging khususnya sosis. *L. plantarum* tampaknya yang paling banyak digunakan dalam proses fermentasi, karena kemampuannya beradaptasi pada suhu fermentasi yang lebih tinggi dibanding dengan bakteri fermentasi lainnya. Selain itu, fermentasi dari *L. plantarum* merupakan homofermentatif sehingga tidak menghasilkan gas (Buckle et al., 1987). *L. plantarum* mempunyai kemampuan untuk menghambat mikroorganisme patogen pada bahan pangan dengan daerah penghambatan terbesar dibandingkan dengan Bakteri Asam Laktat lainnya (Jenie dan Rini, 1996). Batas penerimaan koloni bakteri pada produk pangan yang aman untuk dikonsumsi yaitu 106 cfu/g (Connel, 1990).

Penelitian yang dilakukan Damayanti, dkk (2015) fermentasi mocaf dengan menggunakan bakteri *Lactobacillus plantarum* selama 72 jam menghasilkan tepung mocaf dengan kandungan asam sianida paling rendah dan memenuhi syarat SNI yaitu dibawah 10 ppm. Menurut Wahyuningsih (2011), linamarin adalah glukosida sianogenik pada singkong yang dengan proses pengupasan dan pengecilan ukuran akan berubah menjadi HCN. Setelah itu pada

saat fermentasi *Lactobacillus plantarum* yang merupakan bakteri dominan pada proses fermentasi akan menyebabkan suasana asam dan mempercepat produksi asam. Hal tersebut menyebabkan aktivitas enzim β glukosidase terutama enzim linamarase meningkat tajam sehingga pemecahan linamarin semakin banyak. Dengan proses fermentasi perendaman air, menyebabkan jumlah HCN yang dibebaskan juga semakin banyak.

Lactobacillus plantarum merupakan bakteri asam laktat yang banyak ditemukan di dalam saluran pencernaan ternak, selain bertindak sebagai probiotik, bakteri ini dapat menghasilkan enzim selulase yang dapat menghidrolisis selulosa menjadi glukosa sehingga dapat memperbaiki kecernaan serat kasar pada pakan ternak (Syarafina. P, 2016). Pada penelitian sebelumnya *Lactobacillus plantarum* mampu menurunkan kadar serat pada bekatul sebesar 0,3% setelah 12 jam fermentasi. Hal ini dikarenakan serat kasar yang tersusun atas senyawa selulosa, hemiselulosa dan lignin yang tidak dapat dicerna oleh manusia akan mengalami hidrolisis oleh enzim selulase yang dihasilkan oleh *Lactobacillus plantarum* (Zubaidah dkk, 2010).

Fermentasi menggunakan bakteri *Lactobacillus plantarum* akan menghasilkan enzim proteinase dalam penelitian Tandrianto, dkk. (2014) berpendapat bahwa fermentasi mocaf dengan bakteri *L. plantarum* selama 72 jam merupakan hasil peningkatan protein tertinggi yaitu (3,39%). Kenaikan kadar protein disebabkan adanya aktivitas fermentasi oleh bakteri asam laktat yang menghasilkan enzim protease dengan pengaruh lama waktu fermentasi akan meningkatkan populasi *Lactobacillus plantarum*. Sehingga kadar protein terlarut pada mocaf juga serta meningkat. Peningkatan jumlah protein ini disebabkan oleh

adanya pertambahan jumlah mikroorganisme yang berperan sebagai Single Cell Protein (SCP), yaitu protein yang didapat dari mikroorganisme (Vincent, 1969 dan Becker, 1982).

2.7 Tepung Kulit Singkong

Pati atau tepung merupakan bentuk karbohidrat yang diperoleh dari sumber biji-bijian, akar-akaran, umbi-umbian, dan buah tanaman. Pembuatan tepung dari kulit singkong bagian putihnya dengan cara pengeringan dan penggilingan. Kandungan gizi yang terdapat pada tepung kulit singkong dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut.

Tabel 2.4 Kandungan Gizi Tepung Kulit Singkong

Bahan	Kadar air (%)	Kadar abu (%)	Kadar lemak kasar (%)	Kadar serat kasar (%)	Kadar protein kasar (%)
Tepung kulit singkong	8,6035	5,2577	2,9774	20,9497	6,8208

Sumber : Wikanastri dkk. 2012

Pemanfaatan kulit singkong sebagai bahan baku pembuatan tepung merupakan salah satu usaha untuk memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi tentang inovasi bahan pangan fungsional. Usaha tersebut juga bermaksud untuk mengurangi dampak limbah yang kian bertambah seiring dengan bertambahnya kebutuhan manusia. Eksplorasi sumberdaya alam mengakibatkan kerusakan alam yang berdampak buruk bagi manusia dan makhluk hidup yang lainnya. Allah ¹ melarang berbuat kerusakan di muka bumi dalam Surat Al-A'raf (7): 56 yang berbunyi:

وَلَا تُقْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَحَهَا وَأَدْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَةَ اللَّهِ
قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ ٥٦

Artinya : “*dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah Amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik*”.

Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah melarang perbuatan yang menimbulkan kerusakan di muka bumi dan hal-hal yang membahayakan kelestariannya sesudah diperbaiki karena sesungguhnya apabila segala sesuatunya berjalan sesuai dengan kelestariannya, kemudian terjadilah pengrusakan padanya, hal tersebut akan membahayakan semua makhluk Allah (Tafsir Ibn Katsir, 2004).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial yang terdiri dari 2 faktor perlakuan dan 3 kali ulangan. Faktor pertama adalah variasi konsentrasi *Lactobacillus plantarum* yaitu (0%, 1%, 3%, dan 5%) sedangkan faktor kedua adalah variasi lama fermentasi : 3, 4 dan 5 hari. Sehingga diperoleh 12 kombinasi perlakuan sebagai berikut:

Tabel 3.1. Kombinasi Perlakuan Konsentrasi *Lactobacillus plantarum* dan Lama Fermentasi

Konsentrasi <i>L. plantarum</i> % (K)	Lama Fermentasi (H)		
	H3	H4	H5
K0	K0H3	K0H4	K0H5
K1	K1H3	K1H4	K1H5
K3	K3H3	K3H4	K3H5
K5	K5H3	K5H4	K5H5

Keterangan: **K**: Konsentrasi *Lactobacillus plantarum*, **H**: Lama Fermentasi

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdapat tiga macam variabel yaitu, variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol sebagai berikut :

3.2.1 Variabel Bebas

1. Pemberian konsentrasi *Lactobacillus plantarum* sebanyak 0%, 1%, 3% dan 5% pada kulit singkong.
2. Lama fermentasi 3 hari, 4 hari dan 5 hari.

3.2.2 Variabel Terikat

Variable terikat pada penelitian ini adalah pengukuran kadar asam sianida (HCN), kadar serat kasar dan kadar protein pada tepung kulit singkong terfermentasi.

3.2.3 Variabel Kontrol

Variabel kontrol pada penelitian ini adalah media, bakteri dan fermentasi.

3.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2018 - April 2019. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang untuk proses inokulasi bakteri sampai proses menjadi tepung kulit singkong (*Manihot esculenta*) terfermentasi. Selanjutnya proses uji analisis karakteristik asam sianida (HCN), serat kasar dan protein dilakukan di Laboratorium Kimia Jurusan Kimia FMIPA Universitas Brawijaya Malang.

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Laminar Air Flow* (LAF), *inkubator*, *autoklaf*, *hotplate*, timbangan analitik, pisau, baskom, oven, kertas label, plastik, alat-alat gelas (gelas beker, labu ukur, pipet plastik, cawan petri, botol selai), ayakan 100 mesh, blender, *stirrer*, *Erlenmeyer*, jarum *ose*, alat suling *kjeldahl*, pendingin tegak, corong *buchner*, labu destilasi, indikator *fenolftalin*, kapas, *alumunium foil*, kassa, alat tulis, kamera,

3.4.2 Bahan

Bahan untuk penelitian ini adalah kulit singkong, starter bakteri asam laktat (*Lactobacillus plantarum*), Aquades, MRS Broth, NaOH 0.5 gr, NH₄OH 6M, KI 5% 2 mL, AgNO₃ 0.02 M, H₂SO₄ 1.25% 50 mL, NaOH 3.25% 50 mL, Etanol 96%, CuSO₄ 1.15 gr, H₂O 5 gr, Na₂SO₄ 5 gr, H₂SO₄ pekat 20 mL, NaOH 45%, HCl 10 mL, NaOH standart, air panas.

3.5 Prosedur penelitian

Langkah –langkah dalam penelitian ini adalah :

3.5.1 Pembuatan Media

Untuk menumbuhkan bakteri asam laktat *Lactobacillus plantarum* diperlukan media tumbuh selektif yaitu menggunakan media MRS (*De Man Rogossa Sharpe*) yang dikembangkan oleh de Man, Rogossa, dan Sharpe (Brenner et al., 2005). Beberapa penelitian menunjukkan media MRS merupakan media selektif yang sangat tepat untuk menumbuhkan bakteri *Lactobacillus plantarum* sehingga kompleksitas senyawa yang dilakukan oleh mikroorganisme akan berpengaruh pada kinetika pertumbuhannya (Ramadhani L.S., 2017).

3.5.1.1 Media *De Man Rogossa Sharpe* Agar (MRSA)

Pembuatan media MRSSA (*De Man Rogossa Sharpe Agar*) mengacu pada Putri Syarafina (2016), yaitu ditimbang sebanyak 3,1 gram dalam 50 mL aquades. Masing-masing media dipanaskan sampai mendidih diatas hotplate dan dihomogenkan dengan menggunakan magnetic stirrer. Selanjutnya dimasukkan kedalam erlenmeyer dan ditutup dengan kapas, kassa, dan plastik wrap. Kemudian disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm selama 15 menit.

3.5.1.2 Media *De Man Rogossa Sharpe Broth* (MRSB)

Pembuatan media MRSB (*De Man Rogossa Sharpe Broth*) mengacu pada Putri Syarafina (2016), yaitu ditimbang sebanyak 2,61 gram 50 mL aquades. Masing-masing media dipanaskan sampai mendidih diatas hotplate dan dihomogenkan dengan menggunakan magnetic stirrer. Selanjutnya dimasukkan kedalam erlenmeyer dan ditutup dengan kapas, kassa, dan plastik wrap. Kemudian disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm selama 15 menit.

3.5.2 Pembiakan Bakteri *Lactobacillus plantarum*

Isolat bakteri *Lactobacillus plantarum* dibiakkan media MRSB (*De Man Rogossa Sharpe Broth*) dan selanjutnya diinkubasi pada shaker dengan kecepatan 121 rpm suhu 37°C selama 24 jam.

3.5.3 Tepung Kulit Singkong (*Manihot esculenta*) Terfermentasi

Proses pembuatan tepung kulit singkong (*Manihot esculenta*) dimulai dengan mengupas/membuang kulit bagian luar yang berwarna coklat kemudian dicuci dengan air mengalir sampai bersih. Selanjutnya kulit bagian dalam yang berwarna putih dipotong kecil-kecil. Disiapkan 50 gram kulit singkong dalam wadah yang terdapat 100 ml aquades steril. Kemudian di tambahkan starter bakteri *Lactobacillus plantarum* dalam wadah tersebut sesuai dengan perlakuan. Kemudian ditutup menggunakan *alumunium foil* dan dilapisi dengan plastik wrap. Ulangi dalam tiap-tiap wadah yang sudah disiapkan untuk perlakuan. Setelah semua kulit singkong masuk dalam wadah fermentasi sesuai perlakuan dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 3 hari, 4 hari dan 5 hari. Tahap selanjutnya yaitu kulit singkong yang telah difermentasikan ditiriskan dan dikeringkan dalam oven *thermo scientific*

selama 24 jam . Setelah kering dihaluskan/digiling dan diayak menggunakan ayakan

3.5.4 Analisis Tepung Kulit Singkong (*Manihot esculenta*) Terfermentasi

Parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi kadar asam sianida (HCN), kadar serat kasar dan kadar protein

3.5.4.1 Analisis Kadar Asam Sianida (HCN)

Sampel sebanyak 10 gr dimasukkan dalam erlenmeyer, kemudian ditambahkan 200 ml aquades dan dibiarkan selama 2 – 4 jam. Rangkaian alat penyulingan dipasang kemudian disulingkan dan ditampung sebanyak 150 – 160 ml distilat dalam erlenmeyer 200 ml yang mengandung NaOH (0,5 g NaOH dalam 20 ml H₂O) dan dilarutkan sampai volume tertentu. 100 mL distilat diambil dan ditambahkan 8 ml NH₄OH 6 M dan 2 ml larutan KI 5%. Selanjutnya dititrasi dengan AgNO₃ 0,02 N sampai terlihat keruh (akan lebih jelas apabila menggunakan dasar hitam) serta dilakukan pula pengeraaan untuk blanko. Kadar HCN dihitung dengan menggunakan rumus (Badan Standardisasi Nasional, 2011):

$$\text{Kadar HCN} \left(\frac{\text{mg}}{\text{kg}} \right) = \text{ml Titrasi AgNO}_3 \times \left(\text{Molaritas} \frac{\text{AgNO}_3}{0,02} \right) \times 1,08 \times \left(\frac{1000}{\text{massa sampel gr}} \right)$$

3.5.4.2 Analisis Serat Kasar

Sampel sebanyak 2 g dimasukkan ke dalam erlenmeyer 500 mL dan ditambahkan 50 mL larutan H₂SO₄ 1,25% kemudian dididihkan selama 30 menit dengan menggunakan pendingin tegak, setelah itu ditambahkan 50 mL NaOH 3,25% kemudian dididihkan kembali menggunakan pendingin tegak selama 30 menit. Dalam keadaan panas, larutan disaring menggunakan corong *Buchner* yang berisi kertas saring yang telah dikeringkan dan diketahui massanya. Endapan yang terdapat dalam kertas saring dicuci berturut – turut dengan H₂SO₄ 1,25% panas, air

panas, dan etanol 96%. Kertas saring beserta isinya diangkat, dimasukkan oven, dan dikeringkan pada suhu 105°C. Setelah itu, larutan didinginkan dan ditimbang hingga massanya tetap atau konstan. Kadar serat kasar dihitung menggunakan rumus (Badan Standardisasi Nasional, 2011) :

$$\text{Kadar Serat } \left(\% \frac{b}{b} \right) = (\text{massa serat gr} \div \text{massa sampel gr}) \times 100\%$$

3.5.4.3 Analisis Kandungan Protein

Sampel sebanyak 10 – 20 gram dan ditambahkan 100 ml aquades dalam labu kjehdahl. Kemudian dimaserasi selama 2 jam. Selanjutnya dilakukan penyaringan dengan kain saring dan diambil filtratnya. Setelah itu dilakukan distilasi dengan uap distilat dan ditampung dalam Erlenmeyer yang berisi 20 ml NaOH 2,5%. Selanjutnya dilakukan distilasi kembali sampai distilat mencapai 150 ml. kemudian diambil 5 ml distilat dan dimasukkan kedalam tabung reaksi. Selanjutnya ditambahkan 5 ml Na-pikrat dan 0,5 ml kloroform. Dilakukan homogenisasi dan dimasukkan selama 30 menit. Kemudian diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer dengan $\lambda = 480$ nm. Selanjutnya nilai absorbansinya dimasukkan pada persamaan dan dihitung konsentrasi.

$$\text{Kadar Protein } (\%) = \left(\frac{14,008 \times N H_2SO_4 \times ml Titrasi \times 100\%}{Berat Sampel \times 1000} \right) \times N fk$$

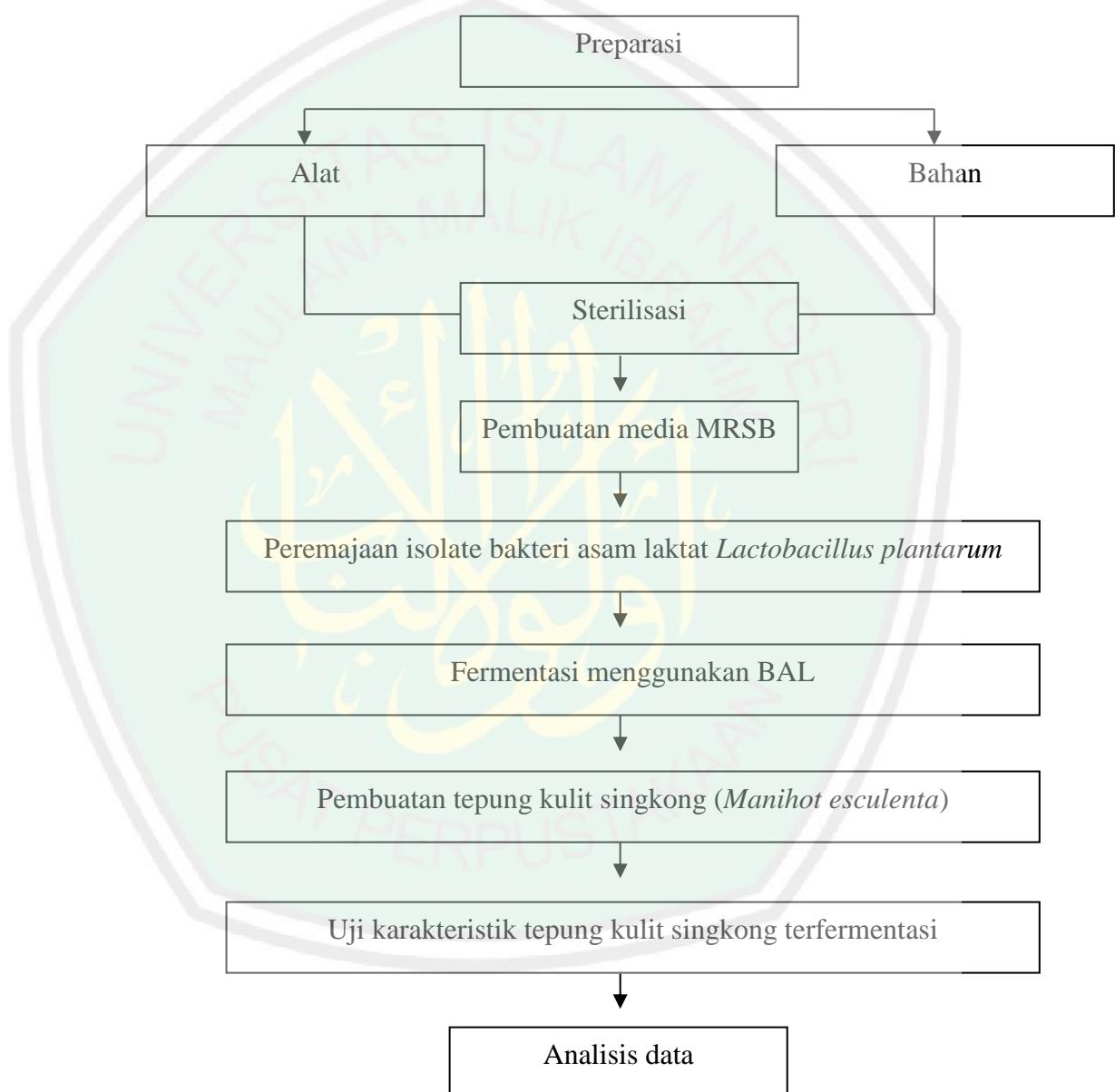
Keterangan : N $H_2SO_4 = 0,25918$, Faktor konversi = 6,25

3.6 Analisis Data Menggunakan SPSS

Data hasil penelitian dimasukkan ke dalam SPSS 16.0. selanjutnya dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas. Apabila semua data terdistribusi normal dan homogen ($\alpha = 0,05$), kemudian data tersebut dianalisis menggunakan uji *one-way ANOVA (Analysis of Variance)* $\alpha = 0,05$ untuk mencari pengaruh konsentrasi *Lactobacillus plantarum* dan Lama fermentasi terhadap karakteristik

tepung kulit singkong (*Manihot esculenta*) terfermentasi. Dilanjutkan dengan uji *Least Significant Difference (LSD) 5%* apabila terdapat pengaruh untuk mengetahui kombinasi konsentrasi *Lactobacillus plantarum* dan lama fermentasi yang menghasilkan karakteristik tepung kulit singkong (*Manihot esculenta*) terbaik.

3.7 Alur Penelitian

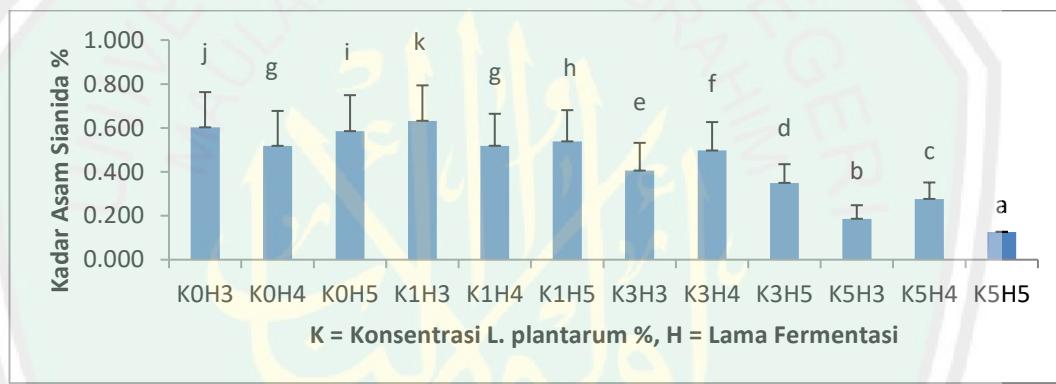


BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Konsentrasi *Lactobacillus plantarum* dan Lama Fermentasi terhadap Nilai Kadar Asam Sianida Tepung Kulit Singkong (*Manihot esculenta*) Terfermentasi

Penambahan konsentrasi *Lactobacillus plantarum* yang berbeda yaitu 0%, 1%, 3% dan 5% dengan lama waktu fermentasi yang berbeda pula pada fermentasi kulit singkong (*Manihot esculenta*) mengakibatkan nilai kadar asam sianida (HCN) turun, dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1 Pengaruh Konsentrasi *Lactobacillus plantarum* dan Lama Fermentasi terhadap Nilai Kadar Asam Sianida pada Tepung Kulit Singkong (*Manihot esculenta*) Terfermentasi. Keterangan: notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata kadar asam sianida yang dihasilkan.

Gambar 4.1 diatas menunjukkan bahwa nilai kadar asam sianida terendah pada tepung kulit singkong terfermentasi dihasilkan dari interaksi penambahan konsentrasi *Lactobacillus plantarum* 5% dan waktu fermentasi 5 hari dengan kadar asam sianida sebesar 0,127%. Perlakuan tersebut berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya. Sedangkan nilai kadar asam sianida tertinggi dihasilkan dari pemberian konsentrasi *L. Plantarum* 1% dan waktu fermentasi 3 hari yaitu 0,6326%. Perlakuan

tersebut juga memiliki notasi yang berbeda yang menandakan perlakuan ini berbeda nyata terhadap perlakuan yang lain.

Interaksi pemberian konsentrasi *Lactobacillus plantarum* dan waktu fermentasi menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi yang diberikan, maka semakin rendah nilai kadar asam sianida pada tepung kulit singkong terfermentasi. Hal tersebut ditunjukkan pada perlakuan konsentrasi *L. Plantarum* 0%, kadar asam sianida terendah (0,5189%) dicapai dalam waktu fermentasi 4 hari. Pada perlakuan konsentrasi *L. Plantarum* 1%, kadar asam sianida terendah (0,5194%) dicapai dalam waktu fermentasi 4 hari. Pada perlakuan konsentrasi *L. Plantarum* 3%, kadar asam sianida terendah (0,3501%) dicapai dalam waktu fermentasi 5 hari. Pada perlakuan konsentrasi *L. Plantarum* 5%, kadar asam sianida terendah (0,1270 %) dicapai dalam waktu fermentasi 5 hari.

Asam sianida dapat mengalami penghilangan atau penguapan dengan proses perendaman air, fermentasi oleh bakteri dan pengeringan yang maksimal. Menurut Subagio (2006), mikroba selama inkubasi akan menghasilkan enzim pektinolitik dan selulolitik yang akan menghancurkan dinding sel ubi kayu. Akibatnya terjadi kerusakan jaringan, karena proses pengolahan tersebut merusak senyawa racun biru yang terdapat pada sitoplasma dan vakuola sel kulit singkong. Penelitian yang dilakukan oleh Wahyuningsih (2011) menyimpulkan bahwa perendaman irisan ubi kayu dalam air menyebabkan HCN akan keluar ke permukaan irisan dan larut dalam air perendaman. Aliran air akan meningkatkan pelarutan, karena air di sekitar permukaan irisan ubi kayu sebagai pelarut tidak mengalami tingkat kejemuhan oleh alkaloid yang terlarut.

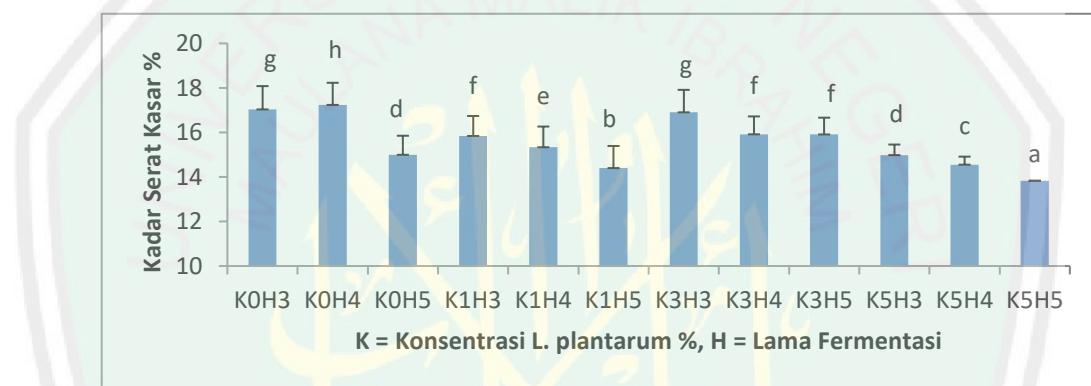
Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan *L.plantarum* 5% dengan lama fermentasi 5 hari (K5H5) dapat menurunkan kadar asam sianida sebanyak 0,127% (12,7mg/kg). Hal ini sesuai dengan Dewi Utami (tanpa tahun) bahwasannya untuk menurunkan kandungan HCN hingga mencapai taraf aman untuk dikonsumsi, diperlukan lama waktu fermentasi. Triyani (2007) menambahkan, bahwa seiring lamanya waktu saat fermentasi maka memberikan peluang pada mikroorganisme untuk melakukan penguraian lebih banyak terhadap limbah kulit singkong dan mempercepat kerusakan glukosida sianogenik didalamnya. Disamping itu juga cara perendaman dapat melarutkan senyawa linamarin dan loustralin, serta memacu pertumbuhan mikroorganisme yang dapat mengurangi senyawa racun menjadi senyawa asam organik (Rasulu dkk. 2012). Berdasarkan kuantitas HCN, perlakuan (K3H5, K5H3, K5H4 dan K5H5) telah sesuai dengan SNI 01-2997-1996 bahwa kandungan maksimal asam sianida pada singkong adalah 40 mg/kg (Yulida, 2017).

Penambahan konsentrasi *L. Plantarum* 5% dianggap mampu membantu penurunan kadar asam sianida, hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Hidayati, dkk (2013) fermentasi kulit singkong dengan penambahan ragi tape 5% dan lama waktu 9hari diperoleh kadar sianida terendah yaitu 0,092% (9,2 mg/kg). Fermentasi dianggap efektif untuk menurunkan kadar glukosida sianogen dalam kulit singkong. (westby and Choo, 1994), melaporkan bahwa 95% senyawa linamarin hilang selama proses fermentasi. Pada saat fermentasi linamarin dan linamarase mudah bercampur sehingga peluruhan sianogen meningkat. Penelitian yang dilakukan Ayuningtyas, dkk (2016) menyimpulkan bahwa hasil tepung

fermentasi kulit singkong yang paling optimal adalah pada penambahan angak 5%.

4.2 Pengaruh Konsentrasi *Lactobacillus plantarum* dan Lama Fermentasi terhadap Nilai Kadar Serat Kasar Tepung Kulit Singkong (*Manihot esculenta*) Terfermentasi

Penambahan konsentrasi *Lactobacillus plantarum* dan lama waktu fermentasi yang berbeda pada fermentasi kulit singkong (*Manihot esculenta*) mengakibatkan nilai kadar serat kasar menurun, dapat dilihat pada gambar 4.2 berikut.



Gambar 4.2. Pengaruh Konsentrasi *Lactobacillus plantarum* dan Lama Fermentasi terhadap Nilai Kadar Serat Kasar pada Tepung Kulit Singkong (*Manihot esculenta*) Terfermentasi. Keterangan: notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata kadar serat kasar yang dihasilkan.

Gambar 4.2 diatas menunjukkan bahwa nilai kadar serat kasar terendah pada tepung kulit singkong terfermentasi dihasilkan dari interaksi penambahan konsentrasi *Lactobacillus plantarum* 5% dan waktu fermentasi 5 hari dengan kadar serat kasar sebesar 13,8281 %. Perlakuan tersebut berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya. Sedangkan nilai kadar serat kasar tertinggi dihasilkan dari pemberian konsentrasi *L. Plantarum* 0% dan waktu fermentasi 4 hari yaitu 17,2363%. Perlakuan tersebut juga memiliki notasi yang berbeda yang menandakan perlakuan ini berbeda nyata terhadap perlakuan yang lain.

Interaksi pemberian konsentrasi *Lactobacillus plantarum* dan waktu fermentasi menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi dan semakin lama waktu fermentasi yang diberikan, maka semakin rendah nilai kadar serat kasar pada tepung kulit singkong terfermentasi. Hal tersebut ditunjukkan pada perlakuan konsentrasi *L. Plantarum* 0%, kadar serat kasar terendah (14,9958%) dicapai dalam waktu fermentasi 5 hari. Pada perlakuan konsentrasi *L. Plantarum* 1%, kadar serat kasar terendah (14,3984%) dicapai dalam waktu fermentasi 5 hari. Pada perlakuan konsentrasi *L. Plantarum* 3%, kadar serat kasar terendah (15,9100%) dicapai dalam waktu fermentasi 5 hari. Pada perlakuan konsentrasi *L. Plantarum* 5%, kadar asam sianida terendah (13,8281%) dicapai dalam waktu fermentasi 5 hari.

Penelitian ini sesuai dengan Rahmawati dkk (2015), semakin tinggi total BAL (*Lactobacillus casei* dan *L. plantarum*) maka penggunaan serat kasar sebagai substrat juga semakin besar. Serat kasar terdiri dari senyawa selulosa, hemiselulosa dan lignin yang tidak dapat dicerna oleh manusia (Prawitasari dan Estiningriati, 2012). *L. plantarum* memproduksi enzim selulase yaitu β -glukosida dan enzim β -galaktosida yang berperan untuk mendegradasi selulosa menjadi molekul yang lebih sederhana antara lain glukosa (Lee *et al.*, 2016 dalam Lokapirnasari dkk., 2018) dan selanjutnya difermentasi oleh BAL melalui glokolisis menjadi asam piruvat dan akhirnya menghasilkan asam lemak rantai pendek sehingga dapat dicerna oleh usus makhluk hidup (Zubaidah dkk, 2010).

Bakteri asam laktat memanfaatkan serat kasar yang dihidrolisis menjadi asam laktat, asam lemak rantai pendek, dan energi. Asam lemak rantai pendek (*Short Chain Fatty Acid / SCFA*) yaitu asam asetat, asam propionat, dan asam butirat merupakan hasil utama dari fermentasi serat pangan (Miller and Wollin,

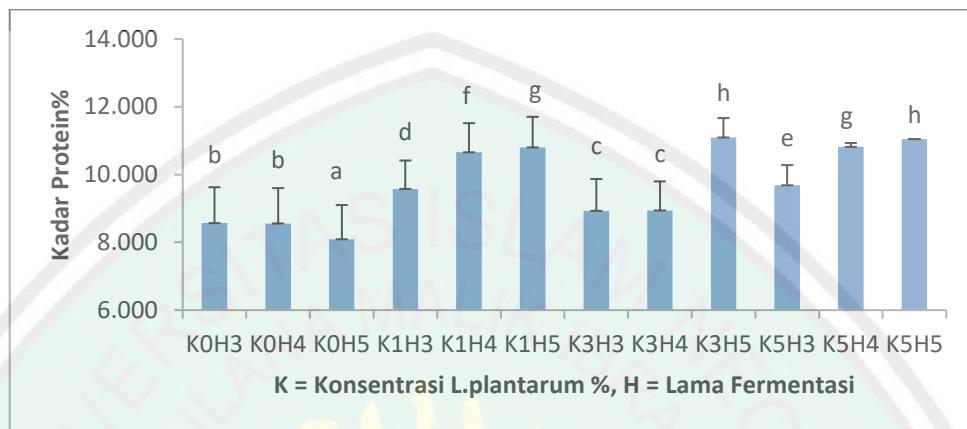
1996). Roberfroid (1998), menyatakan bahwa bakteri asam laktat mempunyai kemampuan memfermentasi selulosa menjadi SCFA di dalam saluran pencernaan manusia.

Rata-rata nilai kadar serat tepung ferkusi berkisar antara 11,22% - 16,20% (Ayuningtyas I., 2016). Hasil penelitian ini sebagian besar perlakuan memiliki kandungan serat kasar sesuai literatur tersebut. Namun pada perlakuan ini terdapat dua perlakuan yang nilai serat kasarnya melebihi rata-rata yaitu pada perlakuan KOH3 dan KOH4. Hal ini dikarenakan tidak adanya aktivitas dari BAL sehingga kandungan serat kasar dalam sampel tidak terfermentasi. Hasil uji ANOVA (Lampiran 5) menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi *L. plantarum* dan lama waktu fermentasi pada tepung kulit singkong berpengaruh nyata dengan taraf signifikansi ($P<0,05$). Semakin bertambahnya konsentrasi *L. plantarum* maka semakin menurun kandungan serat kasar didalamnya.

4.3 Pengaruh Konsentrasi *Lactobacillus plantarum* dan Lama Fermentasi terhadap Nilai Kadar Protein Tepung Kulit Singkong (*Manihot esculenta*) Terfermentasi

Penambahan konsentrasi *Lactobacillus plantarum* dan lama waktu fermentasi yang berbeda pada fermentasi kulit singkong (*Manihot esculenta*) mengakibatkan nilai kadar protein meningkat, dapat dilihat pada gambar 4.3. Adapun data yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai kadar protein tertinggi pada tepung kulit singkong terfermentasi dihasilkan dari interaksi penambahan konsentrasi *Lactobacillus plantarum* 3% dan waktu fermentasi 5 hari dengan kadar protein sebesar 11,0933%. Perlakuan tersebut tidak berbeda nyata terhadap perlakuan interaksi penambahan konsentrasi *Lactobacillus plantarum* 5% dan waktu fermentasi 5 hari dengan kadar protein sebesar 11,0467%. Sedangkan nilai

kadar protein terendah dihasilkan dari pemberian konsentrasi *L. Plantarum* 0% dan waktu fermentasi 5 hari yaitu 8,0900%. Perlakuan tersebut juga memiliki notasi yang berbeda yang menandakan perlakuan ini berbeda nyata terhadap perlakuan yang lain.



Gambar 4.3 Pengaruh Konsentrasi *Lactobacillus plantarum* dan Lama Fermentasi terhadap Kadar Protein pada Tepung Kulit Singkong (*Manihot esculenta*) Terfermentasi. Keterangan: notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata kadar protein yang dihasilkan.

Interaksi pemberian konsentrasi *Lactobacillus plantarum* dan waktu fermentasi menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi dan semakin lama waktu fermentasi yang diberikan, maka semakin meningkat nilai kadar protein pada tepung kulit singkong terfermentasi. Hal tersebut ditunjukkan pada perlakuan konsentrasi *L. Plantarum* 0%, kadar protein tertinggi (8,567%) dicapai dalam waktu fermentasi 3 hari. Pada perlakuan konsentrasi *L. Plantarum* 1%, kadar protein tertinggi (10,833%) dicapai dalam waktu fermentasi 5 hari. Pada perlakuan konsentrasi *L. Plantarum* 3%, kadar protein tertinggi (11,093%) dicapai dalam waktu fermentasi 5 hari. Pada perlakuan konsentrasi *L. Plantarum* 5%, kadar protein tertinggi (11.047%) dicapai dalam waktu fermentasi 5 hari.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi *Lactobacillus plantarum* yang diberikan dan semakin lama waktu fermentasi maka nilai kadar protein yang dihasilkan semakin meningkat. Walaupun rata-rata kadar protein yang dihasilkan dari konsentrasi 3% (11.093%) lebih besar dari pada 5% (11.047%), namun hasil uji statistik menunjukkan bahwa rata-rata kadar protein yang dihasilkan tersebut tidak berbeda nyata. Hasil rata-rata nilai kadar protein dianalisis menggunakan One Way Anava untuk mengetahui ada atau tidak pengaruh penambahan konsentrasi dan waktu fermentasi terhadap tepung kulit singkong dan hasil analisis diuji lanjut menggunakan BNT (Beda Nyata Terkecil). Berdasarkan hasil uji ANOVA dengan taraf signifikan ($P<0,05$) yang berarti ada pengaruh nyata terhadap nilai kadar protein. Penulis mengasumsikan hasil tersebut dikarenakan selama proses fermentasi bakteri *Lactobacillus plantarum* beberapa sudah tidak aktif. Sehingga tidak dapat menghasilkan enzim proteinase dari aktivitas enzim protease oleh mikroba tersebut.

Penelitian yang dilakukan Tandrianto (2014) menyatakan bahwa, semakin lama waktu fermentasi maka semakin tinggi kadar protein pada tepung singkong. Besar konsentrasi *L. Plantarum* didalam media fermentasi dan lama waktu fermentasi sangat berpengaruh terhadap protein yang dihasilkan. Kenaikan kadar protein disebabkan adanya aktivitas fermentasi oleh bakteri asam laktat yang menghasilkan enzim protease dengan pengaruh lama waktu fermentasi akan meningkatkan populasi *Lactobacillus plantarum*. Sehingga kadar protein terlarut pada mocaf juga serta meningkat. Peningkatan jumlah protein ini disebabkan oleh adanya pertambahan jumlah mikroorganisme yang berperan sebagai *Single Cell*

Protein (SCP), yaitu protein yang didapat dari mikroorganisme (Vincent, 1969 dan Becker, 1982).

Penelitian pengaruh konsentrasi starter oleh Darmawan (2013) diperoleh tingkat pengembangan tepung ubi kayu modifikasi tertinggi, dimana kadar protein tertinggi yaitu pada perlakuan konsentrasi starter 5%. Selain itu selama proses fermentasi berlangsung protein juga mampu meningkat seiring meningkatnya massa sel mikroorganisme yang tumbuh selama fermentasi berlangsung sehingga mampu menambah kadar protein tepung MOCAF yang dihasilkan (Hidayat *et al*,2009). Syarat mutu protein pada tepung terigu sebagai bahan makanan adalah minimal 7,0% (SNI3751, 2009).

Kualitas tepung kulit singkong (*Manihot esculenta*) terfermentasi pada penelitian ini mengacu pada kriteria SNI (2009) bahwa karakteristik tepung kulit singkong terfermentasi yang baik mempunyai kandungan kimia yang sudah ditentukan. Hal tersebut sesuai dengan firman Allah yang termaktub pada Al-Qur'an surat Al-Furqon ayat 2 berikut:

الَّذِي لَهُ مُلْكُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَلَمْ يَتَنَحَّدْ وَلَدًا وَلَمْ يَكُنْ لَّهُ شَرِيكٌ فِي الْمُلْكِ وَحْدَهُ
كُلُّ شَيْءٍ قَدَرَهُ تَقْدِيرًا ۲

Artinya : “yang kepunyaan-Nya-lah kerajaan langit dan bumi, dan Dia tidak mempunyai anak, dan tidak ada sekutu baginya dalam kekuasaan(Nya), **dan Dia telah menciptakan segala sesuatu, dan Dia menetapkan ukuran-ukurannya dengan serapi-rapinya[1053].**[1053] Maksudnya: segala sesuatu yang dijadikan Tuhan diberi-Nya perlengkapan-perlengkapan dan persiapan-persiapan, sesuai dengan naluri, sifat-sifat dan fungsinya masing-masing dalam hidup.

Menurut Shihab (2009) kata *faqoddarohu taqdiiron* mempunyai arti sifat konstan dan teliti. Dalam hal ini semua yang berjalan di bumi sudah sesuai dengan aturan yang bersifat teliti dan konstan, tanpa ada satupun yang kurang dan terlewatkan sebagai tanda kebesaran-Nya. Termasuk kandungan kimia pada

karakteristik tepung kulit singkong terfermentasi ini yang sudah terdapat ketetapan untuk menghasilkan produk yang baik.

Saat ini tepung kulit singkong (*Manihot esculenta*) mulai dijadikan bahan substitusi pembuatan bahan baku olahan pangan, yaitu pada pembuatan muffin (Pratiwi, 2013), pembuatan bika Ambon (Arvika, 2017), pembuatan cookies (Cahyaningtyas H.F, 2014), pembuatan mie basah (Mahanany, 2013). Dan masih banyak pemanfaatan tepung kulit singkong lainnya. Tepung fermentasi kulit singkong merupakan tepung yang terbuat dari kulit singkong yang diproses dengan menggunakan metode fermentasi. Proses pembuatannya yang berbeda dari kebanyakan tepung pada umumnya, yaitu dengan melakukan fermentasi terlebih dahulu. Guna menstabilkan nilai nutrisi dan zat anti gizi (asam sianida) didalamnya sebelum dikonsumsi (Ayuningtyas, 2016).

Sebagaimana firman Allah yang termaktub pada Al-Qur'an surat Abassa ayat 24 :

فَلَيَنْظُرْ إِلَّا إِنْسُنٌ إِلَى طَعَامِهِ ۝ ۲۴

Artinya: "Maka hendaklah manusia itu memperhatikan makanannya".

Tafsir Sayyid Qutub (2007) menjelaskan bahwa kata *yandhuru* dapat diartikan melihat, bahwa makanan adalah sesuatu yang melekat dan selalu dibutuhkan oleh mansia. Maka hendaklah manusia untuk memperhatikan suatu urusan yang dimudahkan oleh Allah untuk mereka. Supaya dengan memperhatikan makanan itu membuat kita lebih bertaqwa kepada Allah .

Berdasarkan tafsir yang dijelaskan tersebut, dapat diketahui bahwa cara memperhatikan makanan yaitu dengan melihat kandungan mutu produk makanan yaitu tepung kulit singkong pada penelitian ini. Hal ini dibuktikan dengan uji

karakteristik pada tepung kulit singkong terfermentasi sudah memenuhi kriteria produk tepung kulit singkong yang baik menurut SNI (2009). Oleh sebab itu manusia hendaknya mengetahui kandungan makanan yang akan dikonsumsi, dimana harus mempunyai kandungan gizi yang baik dan bermanfaat



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan tentang pengaruh konsentrasi bakteri *Lactobacillus plantarum* dan lama fermentasi terhadap karakteristik tepung kulit singkong (*Manihot esculenta*) terfermentasi dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Penurunan kadar asam sianida pada tepung kulit singkong terfermentasi yang sesuai dengan SNI adalah 0,127% atau 12,7 mg/Kg pada interaksi penambahan konsentrasi *L. plantarum* 5% dalam waktu 5 hari.
2. Kadar serat kasar pada tepung kulit singkong terfermentasi yang memiliki kriteria sesuai SNI adalah 13,827% pada interaksi penambahan konsentrasi *L. plantarum* 5% dalam waktu 5 hari.
3. Peningkatan kadar protein pada tepung kulit singkong terfermentasi yang sesuai dengan SNI adalah 11.0933% pada interaksi penambahan konsentrasi *L. plantarum* 3% dalam waktu 5 hari.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian lanjutan perlu dilakukan diantaranya adalah penelitian tentang karakterisasi kelayakan tepung kulit singkong terfermentasi serta melihat pengaruhnya terhadap penerimaan konsumen.

DAFTAR PUSTAKA

- Agbor, E.T. and Mborne, I.L., 2006. The Effect of Processing Technique in Reducing Cyanogen Levels During The Production of Some Cameroonian Cassava Food. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(4): 354-363.
- Aini Nur. 2013. *Teknologi Fermentasi pada Tepung Jagung Edisi Pertama*. Halaman 34. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Al-Albani, Syaikh Muhammad Nashiruddin. 2011. *Silsilah Hadist Shahih*. Jilid 3. Penerjemah H.M Qodirun Nur. Jakarta: Pustaka Imam Syafi'i.
- Al-Imam Abu Fida Ismail Ibn Katsir Ad Dimasyqi. 2004. *Tafsir Ibn Katsir*. Bandung: Sinar Baru Algesindo.
- Al Mahali, Imam Jalaluddin dan Imam Jalaludin As Suyuthi. 2001. *Terjemahan Tafsir Jalalain* Berikut Azbun Nuzul Jilid 4 (terjemahan oleh Bahrun Abu Bakar, Lc). Bandung: Sinar Algesindo.
- Anggraeni Windy D. 2015. *Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong Hasil Fermentasi Menggunakan Saccharomyces cerevisiae Sebagai Pakan Ternak*. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Ansori, 2013, *Analisa Kelayakan Singkong Dari Daerah Pegunungan Kapur Utara Jawa Tengah Sebagai Alternatif Pengganti Tepung Terigu yang Murah Dan Bergizi*. <https://mychemist2010.wordpress.com/tag/singkong/>
- Arvika, Artic Sendie. 2017. Penambahan Tepung Kulit Singkong (*Manihot utilissima*) pada Pembuatan Bika Ambon. *Tugas Akhir*. Balikpapan. Politeknik Negeri Balikpapan.
- Axelson,L., Chung TC., Dobrogosz WJ., dan Lindgren LE. 1998. Discovery of New Antimicrobial Substance Producea by *L. Renteri*. *Microbiology Reviews*. 46-65.
- Ayuningtyas Irma. 2016. Optimasi Pembuatan Tepung Ferkusi (Fermentasi Kulit Singkong) Ditinjau dari Variasi Penambahan Angkak. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 5 (2). Salatiga. Universitas Kristen Satya Wacana.
- Barrow, G.I. And R. K. Weldham. 1993. *Manual for The Identification of Medical Bacteria (Eds. By Cowan and Steel's)*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Becker, E.W., Venktaraman, L.V. 1982. Biotechnology and exploitation of algae-The Indian approach. GermanAgency for technical Cooperation, *E schborn, FRG p. 216*
- Brenner, D. J., Krieg, N. R., Staley, J. T. 2005. *Bergey's Manual Systematic Bacteriology*, 2nded., Vol. 2. Bergey's Manual Trust. USA
- Buckle, K.A. 1985. *Ilmu Pangan*. Penerjemah Hari Purnomo dan Adiono. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Cahyaningtyas Hening F. 2014. *Penggunaan Tepung Kulit Singkong pada Pembuatan Cookies*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Connel, JJ. 1990. *Control of Fish Quality*. Fishing Book Ltd. England. 222 hlm
- Darmawan M.R., Andreas P., Jos B., Sumardiono S. 2013. Modifikasi Ubi Kayu dengan Proses Fermentasi menggunakan Starter *Lactobacillus casei* untuk Produk Pangan. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, Vol 2. No. 4. Semarang : Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

- Damayanti Ema, Kurniadi. M, Helmi Rahmi L. 2015. *Optimasi Fermentasi Mocaf dengan Starter Lactobacillus plantarum FNCC 0027 dan Pengaruhnya pada Penurunan Kadar Sianida*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan I*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Fuller, R. 1989. Probiotics in Man and Animals. *Journal Application Bacteriol. Vol.66. No. 1 : 365-378.*
- Ghoffar E.M.M. Abdul dan Mu'thi Abd. 2003. *Tafsir Ibn Katsir Jilid 5*. Bogor: Pustaka Imam Syafi'i.
- Grace, M. R. 1977. *Cassava Processing FAO Plant Production*. Rome. Pp. 1-6
- Haryanto, R. 2005. Antara Antibiotik, Probiotik dan Prebiotik. <http://www.pikiran-rakyat.com.htm>. Diakses 8 April 2019.
- Hidayat, Nur, Masdiana C. Padaga dan Sri Suhartini. 2006. *Mikrobiologi Industri*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Hidayat, B, Kalsum1, N dan Surfiana. 2009. Karakterisasi Tepung Ubi Kayu Modifikasi yang Diproses Menggunakan Metode Pragelatinisasi Parsial. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian Volume 14, No 2*.
- Hidayati D., Ba'ido D., dan Hastuti Sri. 2013. Pola Pertumbuhan Ragi Tape pada Fermentasi Kulit Singkong. *Agrointek. Vol 7. No.1*. Madura : Teknologi Industri Pangan Universitas Trunojoyo Madura.
- Ibn Katsir. 2003. *Lubaabut Tafsiir min Ibni Katsiir Jilid 5*. Bogor : Pustaka Imam Asy-Syafi'i.
- Jenie, BSL dan SE Rini. 1996. *Aktivitas Antimikroba dari Beberapa Spesies Lactobacillus terhadap Mikroorganisme Patogen dan Perusak Makanan*. Laporan Penelitian Tahun II/RUT II. Fateta. IPB.Bogor
- Julianto, 2014. *Tabloid Sinar Tani : Produksi Singkong Nasional*. <http://tabloidsinartani.com/read-detail/read/produksi-singkong-nasional/> (3 April 2019).
- Juliaarti, Erna dan Alfaizah Iis. 2013. Optimasi Penambahan Nutrien Terhadap Kadar Protein pada Fermentasi Padat Kulit Umbi Ubi Kayu Menggunakan Response Surface Methods (RSM). *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, 2 (2):25-32.
- Kurniati, Gunawan dan Widjaja. 2012. Pembuatan Mocaf (Modifified Cassava Flour) dengan Proses Fermentasi Menggunakan *Lactobacillus plantarum*, *Saccharomyces cereviseae* dan *Rhizopus oryzae*. *Jurnal Teknik Pomits Vol.1 No.1 :1-6*.Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Lokapirnasari, W.P, Oky Setyo, Emi, K. 2018. Potensi Bakteri *Lactococcus sp.* dan *Lactobacillus sp.* Untuk Peningkatan Kualitas Limbah Kulit Kacang sebagai Alternatif Bahan Pakan. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan. Vol. 10 No. 1*. Surabaya: Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga.
- Mahanany Destyna. 2013. *Pemanfaatan Tepung Kulit Singkong Sebagai Bahan Subtitusi Pembuatan Mie Basah Ditinjau dari Elastisitas dan Daya Terima*. Surakarta. Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Michodjehoun, M. L., H. D. Joseph, and D. M. Christian. 2005. Physical, chemical and microbiological change during natural fermentation of gowe a spouted or non spouted sorghum beverage from west africa. *African Journal of Biotechnology 4 (6): 467-496.*

- Muhiddin N H., Juli Nuryati, dan Aryantha I. Nyoman. 2001. Peningkatan Kandungan Protein Kulit Umbi Kayu Melalui Proses Fermentasi. *JMS Vol 6. No1 (1-12)*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Nasution Sri B. 2015. Pengaruh Lama perendaman Terhadap Kandungan Sianida pada Ubi Kayu Beracun Tahun 2015. *Jurnal Ilmiah PANMED Vol 10. No 2*. Medan: Poltekkes Medan.
- Nurhayani. 2000. Peningkatan Kandungan Protein Kulit Umbi Kayu Melalui Proses Fermentasi. *Jurnal Biologi. Vol.6. No. 1*: 34-44.
- Panda, S.H., dan Ray, R.C. 2008. Direct Conversion of Raw Strach to Lactic Acid by *Lactobacillus plantarum* MTCC 1407 in Semi Solid Fermentation Using Sweet Potato (*Ipomoea batatas L.*) Flour. *Journal of Science & Industrial Research* 67 : 531-537.
- Parida Yeyen. 2015. *Penentuan Kadar Karbohidrat, Air, dan HCN Hasil Fermentasi Kulit singkong Menggunakan Saccharomyces cerevisiae*. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Pratiwi Putri. 2014. *Variasi Konsentrasi Gliserin dari Minyak Jelantah dalam Pembuatan Plastik Biodegradable Berbahan Baku Kulit Singkong*. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Prawitasari R.H, Ismadji, dan Estingdriati. 2012. Kecernaan Protein Kasar dan Serat Kasar serta Laju Digesta pada Ayam Arab yang Diberi Ransum dengan Berbagai Level Azolla microphylla. *Animal Agriculture Journal. Vol 1. No.1* : 471-483.
- Puchades, R., Lemieux, L., dan Simard, R.E. 1989. Evolution of Free a Amin Acid During the Rippening of Cheddar Containig Added Lactobacilli Stains. *Journal of Food Science* 54: 884.
- Putri Syarafina. 2016. *Karakterisasi Enzim Selulase yang Dihasilkan Oleh Lactobacillus plantarum pada Variasi Suhu, pH, dan Konsenrasni Substrat*. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- 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.
- Quthb, Sayyid. 2007. *Tafsir Fi Zhilalil Qur'an di Bawah Naungan Al-Qur'an jilid IX*. Jakarta: Gema Insani Press.
- Rahmawati Irma, Zubaida Elok, Saparianti Ella. 2015. Evaluasi Pertumbuhan Isolat Probiotik (*L. casei* dan *L. plantarum*) dalam Medium Fermentasi Berbasis Ubi Jalar (*Ipomoea batatas L.*) selama Proses Fermentasi (Kajian Jenis Isolat dan Jenis Tepung Ubi Jalar). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 4 (4). Malang : Universitas Brawijaya.
- Rahminiati Min, Saepudin, Irmanida, Suminar. 2014. *Potensi Ekstrak Rimpang Kunyit Sebagai Prebiotik Pemacu Pertumbuhan Lactobacillus plantarum Secara In Vitro*. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia Vol12. No1*. Bogor: Pusat Studi Biofarmaka LPPM IPB.
- Ramadhani, L. S. 2017. Pengaruh Penambahan Ekstrak Kulit Nanas (*Ananas comosus Merr.*) dan Lama Fermentasi terhadap Karakteristik Tepung Mocaf. Skripsi FP-UMY.
- Ray, B. 1996. *Fundamental Food Microbiology*. CRC Press Bocaraton.

- Reddy G, M Altaf, BJ Naveena, M Venkateshwar, & EV Kumar. 2008. Amylolytic Bacterial Lactic Acid Fermentation-A review. *Journal Elseveir-Biotechnology Adv.* Vol. 26: 22-34
- Richana, Nur. 2013. *Menggali Potensi Ubi Kayu & Ubi Jalar*. Bandung: Nuansa Cendekia.
- Salim, Emil, 2011. *Tepung Tapioka Solusi Atasi Ketergantungan Impor Terigu*. Andi Offset: Yogyakarta.
- Salminen,S, Von Wright A, Morelli L, Marteau P, Brassart D, De Vos WM, FondenR, Saxelin M, Collins K, Mogensen G, Birkeland SE dan Mattila-SandholmT.1998.AReview-Demonstration of Safety Probiotics. *International JournalFood Microbiology*.44 (1-2): 93-10.
- Shihab, Muhammad Quraishi. 2009. *Tafsir Al-Misbah*. Membumikan Al-Qur'an; fungsi dan Peran Wahyu dalam Kehidupan Masyarakat.Bandung: Mizan.
- Sosodirjo, R. S. 1992. *Bercocok Tanam Ketela Pohon*. Cetakan Keenam. CV yasa Guna. Jakarta.
- Subagio, A. 2006. *Ubi Kayu . Substitusi Berbagai Tepung-Tepungan*. Food Review Indonesia, April 2006:18-22.
- Sudarmadji, Slamet dan Kuswanto K.1989. *Proses Mikrobiologi Pangan*. *Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi*. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.
- Sumarsih, S., Sulistiyanto, B., Sutrisno, C. I dan Rahayu, E. S. 2012. Peran Probiotik Bakteri Asam Laktat terhadap Produktivitas Unggas. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*. 10 (1).
- Supriyati dan Kompiang, I P.. 2002. *Perubahan Komposisi Nutrien dari Kulit Ubi Kayu Terfermentasi dan Pemanfaatnya sebagai Bahan Baku Pakan Ayam Pedaging*. Bogor. Balai Penelitian Ternak Bogor Indonesia.
- Susanto Joko. 2015. *Pengolahan Limbah Kulit Singkong Menjadi Tepung denganLama Waktu Perendaman CaCO3 dan Suhu Oven Yang Berbeda*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Sneath, P.H.A, N.S. Mair, M.E. Sharpe, dan J.G. Holt. 1986. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Vol 2. Baltimore: Williams and Wilkins.
- Tandrianto, Mintoko dan Gunawan. 2014. *Pengaruh Fermentasi pada Pembuatan Mocaf (Modiffied Cassava Flour) dengan Menggunakan Lactobacillus plantarum Terhadap Kandungan Protein*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Triyani. 2007. Kualitas Bioetanol Limbah Tapioka Padat Kering dengan Penambahan Ragi dan H₂SO₄ pada Lama Fermentasi yang Berbeda. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Tweyongyere, R. and Katongole. 2002. Cyano-genic potential of cassava peels and theirdetoxification for utilization as livestockfeed. *Vet. Hum. Toxicol.* 44(6): 366–36.
- Vincent WA. 1969. Algae for food and feed Proc. *Biochem*. 4: 45-47.
- Wahyuningsih Sri Budi dan Haslina. 2011. Kajian Degradasi Asam Sianida pada Berbagai Metode Proses Pembuatan Tepung Mokal. *Agromedia*, Vol. 29, No. 1. Semarang : Universitas Semarang.
- Westby A. and Choo B.K., 1994. Cyanogen Reduction During Lactic Fermentation of Cassava. *Acta Hortic*, 375: 15-209.
- Widodo Dwi Satriyo. 2014. Pengaruh Lama Fermentasi dan Penambahan Inokulum *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus fermentum* Terhadap Kualitas

- Silase Tebon Jagung (*Zea mays*). Skripsi. Malang : Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Winata V,Y. 2015. *Kualitas Biskuit Dengan Kombinasi Tepung Kacang Mete (*Anzacardium occidentale L.*) dan Tepung Kulit Singkong (*Manihot esculenta*)*. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Yousef, A.E dan C. Clastorm.2003. *Food Microbiology (A Laboratory Manual)*. Wiley-Interscience, John Wiley and Sons, Inc. Ohiostate University. USA. 223-224.
- Yuliani TT. 2014. *Subtitusi Tepung Kulit Singkong (*Manihot utilissima*) dalam Pembuatan Mie Dengan Penambahan Ekstrak Kelopak Bunga Rosella Kering (*Hibiscus sabdariffa Linn.*) Sebagai Pewarna Alami*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Yulida Rahmi. 2017. *Analisis Kualitatif dan Kuantitatif Kadar Asam Sianida pada Umbi Singkong (*Manihot utilisima*) dari Desa Sangkuriman*. Banjarmasin : Karya Tulis Ilmiah, Akademi Farmasi ISFI Banjarmasin.
- Zubaidah, E., Aldina, N., Nisa, F.C. 2010. Studi Aktivitas Antioksidan Bekatul dan Susu Skim Terfermentasi Bakteri Asam Laktat Probiotik (*Lactobacillus plantarum J2* dan *Lactobacillus casei*). *Jurnal Teknologi Pertanian*. 11 (1) : 11-17

Lampiran 1. Hasil Uji Kadar Asam Sianida (HCN)

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata %
	1	2	3	
K0H3	0.6052	0.6028	0.6016	0.406
K0H4	0.5205	0.5168	0.5193	0.497
K0H5	0.5843	0.5843	0.5880	0.186

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata %
	1	2	3	
K1H3	0.6305	0.6330	0.6343	0.519
K1H4	0.5165	0.5219	0.5198	0.585
K1H5	0.5399	0.5400	0.5379	0.518

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata %
	1	2	3	
K3H3	0.4090	0.4065	0.4027	0.277
K3H4	0.5005	0.4924	0.4993	0.127
K3H5	0.3486	0.3497	0.3520	0.350

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata %
	1	2	3	
K5H3	0.1885	0.1875	0.1842	0.632
K5H4	0.2788	0.2758	0.2778	0.539
K5H5	0.1286	0.1250	0.1274	0.603

Lampiran 2. Hasil Uji Kadar Serat Kasar

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata %
	1	2	3	
K0H3	17.0531	16.798	17.248	17.033
K0H4	17.2202	17.2576	17.231	17.236
K0H5	14.9766	14.987	15.0239	14.995

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata %
	1	2	3	
K1H3	15.8458	15.8328	15.8463	14.98
K1H4	15.3363	15.3402	15.3317	14.551
K1H5	14.4133	14.4058	14.376	13.827

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata %
	1	2	3	
K3H3	16.9154	16.8802	16.9132	16.902
K3H4	15.9311	15.8956	15.9198	15.915
K3H5	15.9447	15.8684	15.917	15.909

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata %
	1	2	3	
K5H3	14.9688	14.9812	14.9935	15.335
K5H4	14.3445	14.6773	14.6347	14.398
K5H5	13.8261	13.8298	13.8285	15.481

Lampiran 3. Hasil Uji Kadar Protein

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata %
	1	2	3	
K0H3	8.59	8.66	8.55	8.930
K0H4	8.65	8.53	8.49	8.940
K0H5	8.10	8.07	8.10	11.093

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata %
	1	2	3	
K1H3	9.60	9.52	9.61	9.683
K1H4	10.65	10.68	10.64	10.817
K1H5	10.86	10.94	10.70	11.047

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata %
	1	2	3	
K3H3	8.91	8.91	8.97	8.567
K3H4	8.95	8.92	8.95	8.557
K3H5	11.11	11.03	11.14	8.090

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata %
	1	2	3	
K5H3	8.91	9.68	9.69	10.800
K5H4	10.82	10.93	10.8	9.577
K5H5	11.06	11.06	11.02	10.657

Lampiran 4. Perhitungan

1. Menghitung Kadar Asam Sianida (HCN)

$$\% HCN = \frac{Absorbansi}{Sloop (0,00397)} \times F.Pengenceran (200 ml) \times 100\%$$

$$\% HCN = \frac{\frac{Berat Sampel (gr) \times 10^6}{0,427}}{0,00397} \times 200 \times 100\%$$

$$4,2973 \times 10^6$$

$$\% HCN = 0,5005$$

2. Menghitung kadar serat kasar

$$\% Serat Kasar = Berat serat (gr) \div berat sampel (gr) \times 100\%$$

$$\% Serat Kasar = 0,2701 \div 1,5685 \times 100\%$$

$$\% Serat Kasar = 17,2202$$

3. Menghitung kadar protein

$$\% Protein = \frac{14,008 \times N H_2SO_4 \times ml Titrasi \times 100\%}{Berat Sampel (gr) \times 1000} \times N fk$$

$$\% Protein = \frac{14,008 \times 0,25918 \times 2,22 \times 100\%}{0,5626 \times 1000} \times 6,25$$

$$\% Protein = 8,9538$$

Lampiran 5. Hasil SPSS

1. Uji Asam Sianida

NPar Test

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		asam_sianida
N		36
Normal Parameters ^a	Mean	.4370
	Std. Deviation	.16255
Most Extreme Differences	Absolute	.217
	Positive	.112
	Negative	-.217
Kolmogorov-Smirnov Z		1.301
Asymp. Sig. (2-tailed)		.068
a. Test distribution is Normal.		

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: asam_sianida

F	df1	df2	Sig.
1.232	11	24	.320

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + konsentrasi + hari + konsentrasi * hari

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent
Variable:asam_sianida

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.925 ^a	11	.084	15063.012	.000
Intercept	6.874	1	6.874	1231701.831	.000
konsentrasi	.823	3	.274	49174.549	.000
Hari	.024	2	.012	2155.853	.000
konsentrasi * hari	.077	6	.013	2309.630	.000
Error	.000	24	5.581		
Total	7.799	36			
Corrected Total	.925	35			

a. R Squared = 1,000 (Adjusted R Squared = 1,000)

Multiple Comparisons

Dependent Variable:asam_sianida

	(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	K0H3	K0H4	.08433*	.00193	.000	.0804	.0883
		K0H5	.01767*	.00193	.000	.0137	.0216
		K1H3	-.02940*	.00193	.000	-.0334	-.0254
		K1H4	.08380*	.00193	.000	.0798	.0878
		K1H5	.06393*	.00193	.000	.0600	.0679
		K3H3	.19713*	.00193	.000	.1932	.2011
		K3H4	.10580*	.00193	.000	.1018	.1098
		K3H5	.25310*	.00193	.000	.2491	.2571
		K5H3	.41647*	.00193	.000	.4125	.4204
		K5H4	.32573*	.00193	.000	.3218	.3297
		K5H5	.47620*	.00193	.000	.4722	.4802
	K0H4	K0H3	-.08433*	.00193	.000	-.0883	-.0804
		K0H5	-.06667*	.00193	.000	-.0706	-.0627
		K1H3	-.11373*	.00193	.000	-.1177	-.1098
		K1H4	-.00053	.00193	.785	-.0045	.0034
		K1H5	-.02040*	.00193	.000	-.0244	-.0164
		K3H3	.11280*	.00193	.000	.1088	.1168
		K3H4	.02147*	.00193	.000	.0175	.0254
		K3H5	.16877*	.00193	.000	.1648	.1727
		K5H3	.33213*	.00193	.000	.3282	.3361
		K5H4	.24140*	.00193	.000	.2374	.2454
		K5H5	.39187*	.00193	.000	.3879	.3958
	K0H5	K0H3	-.01767*	.00193	.000	-.0216	-.0137
		K0H4	.06667*	.00193	.000	.0627	.0706
		K1H3	-.04707*	.00193	.000	-.0510	-.0431
		K1H4	.06613*	.00193	.000	.0622	.0701
		K1H5	.04627*	.00193	.000	.0423	.0502
		K3H3	.17947*	.00193	.000	.1755	.1834
		K3H4	.08813*	.00193	.000	.0842	.0921
		K3H5	.23543*	.00193	.000	.2315	.2394
		K5H3	.39880*	.00193	.000	.3948	.4028

	K5H4	.30807*	.00193	.000	.3041	.3120
	K5H5	.45853*	.00193	.000	.4546	.4625
K1H3	K0H3	.02940*	.00193	.000	.0254	.0334
	K0H4	.11373*	.00193	.000	.1098	.1177
	K0H5	.04707*	.00193	.000	.0431	.0510
	K1H4	.11320*	.00193	.000	.1092	.1172
	K1H5	.09333*	.00193	.000	.0894	.0973
	K3H3	.22653*	.00193	.000	.2226	.2305
	K3H4	.13520*	.00193	.000	.1312	.1392
	K3H5	.28250*	.00193	.000	.2785	.2865
	K5H3	.44587*	.00193	.000	.4419	.4498
	K5H4	.35513*	.00193	.000	.3512	.3591
	K5H5	.50560*	.00193	.000	.5016	.5096
K1H4	K0H3	-.08380*	.00193	.000	-.0878	-.0798
	K0H4	.00053	.00193	.785	-.0034	.0045
	K0H5	-.06613*	.00193	.000	-.0701	-.0622
	K1H3	-.11320*	.00193	.000	-.1172	-.1092
	K1H5	-.01987*	.00193	.000	-.0238	-.0159
	K3H3	.11333*	.00193	.000	.1094	.1173
	K3H4	.02200*	.00193	.000	.0180	.0260
	K3H5	.16930*	.00193	.000	.1653	.1733
	K5H3	.33267*	.00193	.000	.3287	.3366
	K5H4	.24193*	.00193	.000	.2380	.2459
	K5H5	.39240*	.00193	.000	.3884	.3964
K1H5	K0H3	-.06393*	.00193	.000	-.0679	-.0600
	K0H4	.02040*	.00193	.000	.0164	.0244
	K0H5	-.04627*	.00193	.000	-.0502	-.0423
	K1H3	-.09333*	.00193	.000	-.0973	-.0894
	K1H4	.01987*	.00193	.000	.0159	.0238
	K3H3	.13320*	.00193	.000	.1292	.1372
	K3H4	.04187*	.00193	.000	.0379	.0458
	K3H5	.18917*	.00193	.000	.1852	.1931
	K5H3	.35253*	.00193	.000	.3486	.3565
	K5H4	.26180*	.00193	.000	.2578	.2658
	K5H5	.41227*	.00193	.000	.4083	.4162

K3H3	K0H3	-.19713*	.00193	.000	-.2011	-.1932
	K0H4	-.11280*	.00193	.000	-.1168	-.1088
	K0H5	-.17947*	.00193	.000	-.1834	-.1755
	K1H3	-.22653*	.00193	.000	-.2305	-.2226
	K1H4	-.11333*	.00193	.000	-.1173	-.1094
	K1H5	-.13320*	.00193	.000	-.1372	-.1292
	K3H4	-.09133*	.00193	.000	-.0953	-.0874
	K3H5	.05597*	.00193	.000	.0520	.0599
	K5H3	.21933*	.00193	.000	.2154	.2233
	K5H4	.12860*	.00193	.000	.1246	.1326
	K5H5	.27907*	.00193	.000	.2751	.2830
K3H4	K0H3	-.10580*	.00193	.000	-.1098	-.1018
	K0H4	-.02147*	.00193	.000	-.0254	-.0175
	K0H5	-.08813*	.00193	.000	-.0921	-.0842
	K1H3	-.13520*	.00193	.000	-.1392	-.1312
	K1H4	-.02200*	.00193	.000	-.0260	-.0180
	K1H5	-.04187*	.00193	.000	-.0458	-.0379
	K3H3	.09133*	.00193	.000	.0874	.0953
	K3H5	.14730*	.00193	.000	.1433	.1513
	K5H3	.31067*	.00193	.000	.3067	.3146
	K5H4	.21993*	.00193	.000	.2160	.2239
	K5H5	.37040*	.00193	.000	.3664	.3744
K3H5	K0H3	-.25310*	.00193	.000	-.2571	-.2491
	K0H4	-.16877*	.00193	.000	-.1727	-.1648
	K0H5	-.23543*	.00193	.000	-.2394	-.2315
	K1H3	-.28250*	.00193	.000	-.2865	-.2785
	K1H4	-.16930*	.00193	.000	-.1733	-.1653
	K1H5	-.18917*	.00193	.000	-.1931	-.1852
	K3H3	-.05597*	.00193	.000	-.0599	-.0520
	K3H4	-.14730*	.00193	.000	-.1513	-.1433
	K5H3	.16337*	.00193	.000	.1594	.1673
	K5H4	.07263*	.00193	.000	.0687	.0766
	K5H5	.22310*	.00193	.000	.2191	.2271
K5H3	K0H3	-.41647*	.00193	.000	-.4204	-.4125
	K0H4	-.33213*	.00193	.000	-.3361	-.3282
	K0H5	-.39880*	.00193	.000	-.4028	-.3948

	K1H3	-.44587*	.00193	.000	-.4498	-.4419
	K1H4	-.33267*	.00193	.000	-.3366	-.3287
	K1H5	-.35253*	.00193	.000	-.3565	-.3486
	K3H3	-.21933*	.00193	.000	-.2233	-.2154
	K3H4	-.31067*	.00193	.000	-.3146	-.3067
	K3H5	-.16337*	.00193	.000	-.1673	-.1594
	K5H4	-.09073*	.00193	.000	-.0947	-.0868
	K5H5	.05973*	.00193	.000	.0558	.0637
K5H4	K0H3	-.32573*	.00193	.000	-.3297	-.3218
	K0H4	-.24140*	.00193	.000	-.2454	-.2374
	K0H5	-.30807*	.00193	.000	-.3120	-.3041
	K1H3	-.35513*	.00193	.000	-.3591	-.3512
	K1H4	-.24193*	.00193	.000	-.2459	-.2380
	K1H5	-.26180*	.00193	.000	-.2658	-.2578
	K3H3	-.12860*	.00193	.000	-.1326	-.1246
	K3H4	-.21993*	.00193	.000	-.2239	-.2160
	K3H5	-.07263*	.00193	.000	-.0766	-.0687
	K5H3	.09073*	.00193	.000	.0868	.0947
	K5H5	.15047*	.00193	.000	.1465	.1544
K5H5	K0H3	-.47620*	.00193	.000	-.4802	-.4722
	K0H4	-.39187*	.00193	.000	-.3958	-.3879
	K0H5	-.45853*	.00193	.000	-.4625	-.4546
	K1H3	-.50560*	.00193	.000	-.5096	-.5016
	K1H4	-.39240*	.00193	.000	-.3964	-.3884
	K1H5	-.41227*	.00193	.000	-.4162	-.4083
	K3H3	-.27907*	.00193	.000	-.2830	-.2751
	K3H4	-.37040*	.00193	.000	-.3744	-.3664
	K3H5	-.22310*	.00193	.000	-.2271	-.2191
	K5H3	-.05973*	.00193	.000	-.0637	-.0558
	K5H4	-.15047*	.00193	.000	-.1544	-.1465

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

2. Uji Kadar Serat Kasar

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		serat_kasar
N		36
Normal Parameters ^a	Mean	15.5776
	Std. Deviation	1.06506
Most Extreme Differences	Absolute	.124
	Positive	.115
	Negative	-.124
Kolmogorov-Smirnov Z		.744
Asymp. Sig. (2-tailed)		.637
a. Test distribution is Normal.		

Test of Homogeneity of Variances

serat_kasar

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
5.420	11	24	.000

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:serat_kasar

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	39.527 ^a	11	3.593	492.551	.000
Intercept	8735.812	1	8735.812	1197442.835	.000
konsentrasi	23.099	3	7.700	1055.430	.000
hari	12.470	2	6.235	854.652	.000
konsentrasi * hari	3.958	6	.660	90.412	.000
Error	.175	24	.007		
Total	8775.514	36			
Corrected Total	39.702	35			

a. R Squared = ,996 (Adjusted R Squared = ,994)

Multiple Comparisons

serat_kasar

LSD

(I) interaks i	(J) interaks i	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
K0H3	K0H4	-.20323*	.06974	.008	-.3472	-.0593
	K0H5	2.03720*	.06974	.000	1.8933	2.1811
	K1H3	1.19140*	.06974	.000	1.0475	1.3353
	K1H4	1.69697*	.06974	.000	1.5530	1.8409
	K1H5	2.63467*	.06974	.000	2.4907	2.7786
	K3H3	.13010	.06974	.074	-.0138	.2740
	K3H4	1.11753*	.06974	.000	.9736	1.2615
	K3H5	1.12300*	.06974	.000	.9791	1.2669
	K5H3	2.05187*	.06974	.000	1.9079	2.1958
	K5H4	2.48087*	.06974	.000	2.3369	2.6248
	K5H5	3.20490*	.06974	.000	3.0610	3.3488
K0H4	K0H3	.20323*	.06974	.008	.0593	.3472
	K0H5	2.24043*	.06974	.000	2.0965	2.3844
	K1H3	1.39463*	.06974	.000	1.2507	1.5386
	K1H4	1.90020*	.06974	.000	1.7563	2.0441
	K1H5	2.83790*	.06974	.000	2.6940	2.9818
	K3H3	.33333*	.06974	.000	.1894	.4773
	K3H4	1.32077*	.06974	.000	1.1768	1.4647
	K3H5	1.32623*	.06974	.000	1.1823	1.4702
	K5H3	2.25510*	.06974	.000	2.1112	2.3990
	K5H4	2.68410*	.06974	.000	2.5402	2.8280
	K5H5	3.40813*	.06974	.000	3.2642	3.5521
K0H5	K0H3	-2.03720*	.06974	.000	-2.1811	-1.8933
	K0H4	-2.24043*	.06974	.000	-2.3844	-2.0965
	K1H3	-.84580*	.06974	.000	-.9897	-.7019
	K1H4	-.34023*	.06974	.000	-.4842	-.1963
	K1H5	.59747*	.06974	.000	.4535	.7414
	K3H3	-1.90710*	.06974	.000	-2.0510	-1.7632
	K3H4	-.91967*	.06974	.000	-1.0636	-.7757
	K3H5	-.91420*	.06974	.000	-1.0581	-.7703
	K5H3	.01467	.06974	.835	-.1293	.1586
	K5H4	.44367*	.06974	.000	.2997	.5876

	K5H5	1.16770*	.06974	.000	1.0238	1.3116
K1H3	K0H3	-1.19140*	.06974	.000	-1.3353	-1.0475
	K0H4	-1.39463*	.06974	.000	-1.5386	-1.2507
	K0H5	.84580*	.06974	.000	.7019	.9897
	K1H4	.50557*	.06974	.000	.3616	.6495
	K1H5	1.44327*	.06974	.000	1.2993	1.5872
	K3H3	-1.06130*	.06974	.000	-1.2052	-.9174
	K3H4	-.07387	.06974	.300	-.2178	.0701
	K3H5	-.06840	.06974	.336	-.2123	.0755
	K5H3	.86047*	.06974	.000	.7165	1.0044
	K5H4	1.28947*	.06974	.000	1.1455	1.4334
K1H4	K0H3	-1.69697*	.06974	.000	-1.8409	-1.5530
	K0H4	-1.90020*	.06974	.000	-2.0441	-1.7563
	K0H5	.34023*	.06974	.000	.1963	.4842
	K1H3	-.50557*	.06974	.000	-.6495	-.3616
	K1H5	.93770*	.06974	.000	.7938	1.0816
	K3H3	-1.56687*	.06974	.000	-1.7108	-1.4229
	K3H4	-.57943*	.06974	.000	-.7234	-.4355
	K3H5	-.57397*	.06974	.000	-.7179	-.4300
	K5H3	.35490*	.06974	.000	.2110	.4988
	K5H4	.78390*	.06974	.000	.6400	.9278
K1H5	K0H3	-2.63467*	.06974	.000	-2.7786	-2.4907
	K0H4	-2.83790*	.06974	.000	-2.9818	-2.6940
	K0H5	-.59747*	.06974	.000	-.7414	-.4535
	K1H3	-1.44327*	.06974	.000	-1.5872	-1.2993
	K1H4	-.93770*	.06974	.000	-1.0816	-.7938
	K3H3	-2.50457*	.06974	.000	-2.6485	-2.3606
	K3H4	-1.51713*	.06974	.000	-1.6611	-1.3732
	K3H5	-1.51167*	.06974	.000	-1.6556	-1.3677
	K5H3	-.58280*	.06974	.000	-.7267	-.4389
	K5H4	-.15380*	.06974	.037	-.2977	-.0099
K3H3	K0H3	-.13010	.06974	.074	-.2740	.0138
	K0H4	-.33333*	.06974	.000	-.4773	-.1894
	K0H5	1.90710*	.06974	.000	1.7632	2.0510

	K1H3	1.06130*	.06974	.000	.9174	1.2052
	K1H4	1.56687*	.06974	.000	1.4229	1.7108
	K1H5	2.50457*	.06974	.000	2.3606	2.6485
	K3H4	.98743*	.06974	.000	.8435	1.1314
	K3H5	.99290*	.06974	.000	.8490	1.1368
	K5H3	1.92177*	.06974	.000	1.7778	2.0657
	K5H4	2.35077*	.06974	.000	2.2068	2.4947
	K5H5	3.07480*	.06974	.000	2.9309	3.2187
K3H4	K0H3	-1.11753*	.06974	.000	-1.2615	-.9736
	K0H4	-1.32077*	.06974	.000	-1.4647	-1.1768
	K0H5	.91967*	.06974	.000	.7757	1.0636
	K1H3	.07387	.06974	.300	-.0701	.2178
	K1H4	.57943*	.06974	.000	.4355	.7234
	K1H5	1.51713*	.06974	.000	1.3732	1.6611
	K3H3	-.98743*	.06974	.000	-1.1314	-.8435
	K3H5	.00547	.06974	.938	-.1385	.1494
	K5H3	.93433*	.06974	.000	.7904	1.0783
	K5H4	1.36333*	.06974	.000	1.2194	1.5073
	K5H5	2.08737*	.06974	.000	1.9434	2.2313
K3H5	K0H3	-1.12300*	.06974	.000	-1.2669	-.9791
	K0H4	-1.32623*	.06974	.000	-1.4702	-1.1823
	K0H5	.91420*	.06974	.000	.7703	1.0581
	K1H3	.06840	.06974	.336	-.0755	.2123
	K1H4	.57397*	.06974	.000	.4300	.7179
	K1H5	1.51167*	.06974	.000	1.3677	1.6556
	K3H3	-.99290*	.06974	.000	-1.1368	-.8490
	K3H4	-.00547	.06974	.938	-.1494	.1385
	K5H3	.92887*	.06974	.000	.7849	1.0728
	K5H4	1.35787*	.06974	.000	1.2139	1.5018
	K5H5	2.08190*	.06974	.000	1.9380	2.2258
K5H3	K0H3	-2.05187*	.06974	.000	-2.1958	-1.9079
	K0H4	-2.25510*	.06974	.000	-2.3990	-2.1112
	K0H5	-.01467	.06974	.835	-.1586	.1293
	K1H3	-.86047*	.06974	.000	-1.0044	-.7165
	K1H4	-.35490*	.06974	.000	-.4988	-.2110
	K1H5	.58280*	.06974	.000	.4389	.7267
	K3H3	-1.92177*	.06974	.000	-2.0657	-1.7778

	K3H4	-.93433*	.06974	.000	-1.0783	-.7904
	K3H5	-.92887*	.06974	.000	-1.0728	-.7849
	K5H4	.42900*	.06974	.000	.2851	.5729
	K5H5	1.15303*	.06974	.000	1.0091	1.2970
K5H4	K0H3	-2.48087*	.06974	.000	-2.6248	-2.3369
	K0H4	-2.68410*	.06974	.000	-2.8280	-2.5402
	K0H5	-.44367*	.06974	.000	-.5876	-.2997
	K1H3	-1.28947*	.06974	.000	-1.4334	-1.1455
	K1H4	-.78390*	.06974	.000	-.9278	-.6400
	K1H5	.15380*	.06974	.037	.0099	.2977
	K3H3	-2.35077*	.06974	.000	-2.4947	-2.2068
	K3H4	-1.36333*	.06974	.000	-1.5073	-1.2194
	K3H5	-1.35787*	.06974	.000	-1.5018	-1.2139
	K5H3	-.42900*	.06974	.000	-.5729	-.2851
	K5H5	.72403*	.06974	.000	.5801	.8680
K5H5	K0H3	-3.20490*	.06974	.000	-3.3488	-3.0610
	K0H4	-3.40813*	.06974	.000	-3.5521	-3.2642
	K0H5	-1.16770*	.06974	.000	-1.3116	-1.0238
	K1H3	-2.01350*	.06974	.000	-2.1574	-1.8696
	K1H4	-1.50793*	.06974	.000	-1.6519	-1.3640
	K1H5	-.57023*	.06974	.000	-.7142	-.4263
	K3H3	-3.07480*	.06974	.000	-3.2187	-2.9309
	K3H4	-2.08737*	.06974	.000	-2.2313	-1.9434
	K3H5	-2.08190*	.06974	.000	-2.2258	-1.9380
	K5H3	-1.15303*	.06974	.000	-1.2970	-1.0091
	K5H4	-.72403*	.06974	.000	-.8680	-.5801

*. The mean difference is significant at the 0.05 level

3. Uji Kadar Protein

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		protein
N		36
Normal Parameters ^a	Mean	9.7381
	Std. Deviation	1.07891
Most Extreme Differences	Absolute	.215
	Positive	.178
	Negative	-.215
Kolmogorov-Smirnov Z		1.290
Asymp. Sig. (2-tailed)		.072
a. Test distribution is Normal.		

Test of Homogeneity of Variances

protein			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.251	11	24	.008

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:protein

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	40.665 ^a	11	3.697	1157.262	.000
Intercept	3413.870	1	3413.870	1068689.782	.000
konsentrasi	24.833	3	8.278	2591.259	.000
hari	6.851	2	3.425	1072.323	.000
konsentrasi * hari	8.981	6	1.497	468.576	.000
Error	.077	24	.003		
Total	3454.612	36			
Corrected Total	40.742	35			

a. R Squared = ,998 (Adjusted R Squared = ,997)

Multiple Comparisons

protein
LSD

(I) interaks i	(J) interaks i	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
K0H3	K0H4	.04333	.04615	.357	-.0519	.1386
	K0H5	.51000*	.04615	.000	.4148	.6052
	K1H3	-.97667*	.04615	.000	-1.0719	-.8814
	K1H4	-2.05667*	.04615	.000	-2.1519	-1.9614
	K1H5	-2.23333*	.04615	.000	-2.3286	-2.1381
	K3H3	-.33000*	.04615	.000	-.4252	-.2348
	K3H4	-.34000*	.04615	.000	-.4352	-.2448
	K3H5	-2.49333*	.04615	.000	-2.5886	-2.3981
	K5H3	-1.08333*	.04615	.000	-1.1786	-.9881
	K5H4	-2.25000*	.04615	.000	-2.3452	-2.1548
	K5H5	-2.44667*	.04615	.000	-2.5419	-2.3514
K0H4	K0H3	-.04333	.04615	.357	-.1386	.0519
	K0H5	.46667*	.04615	.000	.3714	.5619
	K1H3	-1.02000*	.04615	.000	-1.1152	-.9248
	K1H4	-2.10000*	.04615	.000	-2.1952	-2.0048
	K1H5	-2.27667*	.04615	.000	-2.3719	-2.1814
	K3H3	-.37333*	.04615	.000	-.4686	-.2781
	K3H4	-.38333*	.04615	.000	-.4786	-.2881
	K3H5	-2.53667*	.04615	.000	-2.6319	-2.4414
	K5H3	-1.12667*	.04615	.000	-1.2219	-1.0314
	K5H4	-2.29333*	.04615	.000	-2.3886	-2.1981
	K5H5	-2.49000*	.04615	.000	-2.5852	-2.3948
K0H5	K0H3	-.51000*	.04615	.000	-.6052	-.4148
	K0H4	-.46667*	.04615	.000	-.5619	-.3714

	K1H3	-1.48667*	.04615	.000	-1.5819	-1.3914
	K1H4	-2.56667*	.04615	.000	-2.6619	-2.4714
	K1H5	-2.74333*	.04615	.000	-2.8386	-2.6481
	K3H3	-.84000*	.04615	.000	-.9352	-.7448
	K3H4	-.85000*	.04615	.000	-.9452	-.7548
	K3H5	-3.00333*	.04615	.000	-3.0986	-2.9081
	K5H3	-1.59333*	.04615	.000	-1.6886	-1.4981
	K5H4	-2.76000*	.04615	.000	-2.8552	-2.6648
	K5H5	-2.95667*	.04615	.000	-3.0519	-2.8614
K1H3	K0H3	.97667*	.04615	.000	.8814	1.0719
	K0H4	1.02000*	.04615	.000	.9248	1.1152
	K0H5	1.48667*	.04615	.000	1.3914	1.5819
	K1H4	-1.08000*	.04615	.000	-1.1752	-.9848
	K1H5	-1.25667*	.04615	.000	-1.3519	-1.1614
	K3H3	.64667*	.04615	.000	.5514	.7419
	K3H4	.63667*	.04615	.000	.5414	.7319
	K3H5	-1.51667*	.04615	.000	-1.6119	-1.4214
	K5H3	-.10667*	.04615	.030	-.2019	-.0114
	K5H4	-1.27333*	.04615	.000	-1.3686	-1.1781
	K5H5	-1.47000*	.04615	.000	-1.5652	-1.3748
K1H4	K0H3	2.05667*	.04615	.000	1.9614	2.1519
	K0H4	2.10000*	.04615	.000	2.0048	2.1952
	K0H5	2.56667*	.04615	.000	2.4714	2.6619
	K1H3	1.08000*	.04615	.000	.9848	1.1752
	K1H5	-.17667*	.04615	.001	-.2719	-.0814
	K3H3	1.72667*	.04615	.000	1.6314	1.8219
	K3H4	1.71667*	.04615	.000	1.6214	1.8119
	K3H5	-.43667*	.04615	.000	-.5319	-.3414
	K5H3	.97333*	.04615	.000	.8781	1.0686
	K5H4	-.19333*	.04615	.000	-.2886	-.0981

	K5H5	-.39000*	.04615	.000	-.4852	-.2948
K1H5	K0H3	2.23333*	.04615	.000	2.1381	2.3286
	K0H4	2.27667*	.04615	.000	2.1814	2.3719
	K0H5	2.74333*	.04615	.000	2.6481	2.8386
	K1H3	1.25667*	.04615	.000	1.1614	1.3519
	K1H4	.17667*	.04615	.001	.0814	.2719
	K3H3	1.90333*	.04615	.000	1.8081	1.9986
	K3H4	1.89333*	.04615	.000	1.7981	1.9886
	K3H5	-.26000*	.04615	.000	-.3552	-.1648
	K5H3	1.15000*	.04615	.000	1.0548	1.2452
	K5H4	-.01667	.04615	.721	-.1119	.0786
K3H3	K5H5	-.21333*	.04615	.000	-.3086	-.1181
	K0H3	.33000*	.04615	.000	.2348	.4252
	K0H4	.37333*	.04615	.000	.2781	.4686
	K0H5	.84000*	.04615	.000	.7448	.9352
	K1H3	-.64667*	.04615	.000	-.7419	-.5514
	K1H4	-1.72667*	.04615	.000	-1.8219	-1.6314
	K1H5	-1.90333*	.04615	.000	-1.9986	-1.8081
	K3H4	-.01000	.04615	.830	-.1052	.0852
	K3H5	-2.16333*	.04615	.000	-2.2586	-2.0681
	K5H3	-.75333*	.04615	.000	-.8486	-.6581
	K5H4	-1.92000*	.04615	.000	-2.0152	-1.8248
K3H4	K5H5	-2.11667*	.04615	.000	-2.2119	-2.0214
	K0H3	.34000*	.04615	.000	.2448	.4352
	K0H4	.38333*	.04615	.000	.2881	.4786
	K0H5	.85000*	.04615	.000	.7548	.9452
	K1H3	-.63667*	.04615	.000	-.7319	-.5414
	K1H4	-1.71667*	.04615	.000	-1.8119	-1.6214
	K1H5	-1.89333*	.04615	.000	-1.9886	-1.7981
K3H3	K0H3	.01000	.04615	.830	-.0852	.1052

	K3H5	-2.15333*	.04615	.000	-2.2486	-2.0581
	K5H3	-.74333*	.04615	.000	-.8386	-.6481
	K5H4	-1.91000*	.04615	.000	-2.0052	-1.8148
	K5H5	-2.10667*	.04615	.000	-2.2019	-2.0114
K3H5	K0H3	2.49333*	.04615	.000	2.3981	2.5886
	K0H4	2.53667*	.04615	.000	2.4414	2.6319
	K0H5	3.00333*	.04615	.000	2.9081	3.0986
	K1H3	1.51667*	.04615	.000	1.4214	1.6119
	K1H4	.43667*	.04615	.000	.3414	.5319
	K1H5	.26000*	.04615	.000	.1648	.3552
	K3H3	2.16333*	.04615	.000	2.0681	2.2586
	K3H4	2.15333*	.04615	.000	2.0581	2.2486
	K5H3	1.41000*	.04615	.000	1.3148	1.5052
	K5H4	.24333*	.04615	.000	.1481	.3386
	K5H5	.04667	.04615	.322	-.0486	.1419
K5H3	K0H3	1.08333*	.04615	.000	.9881	1.1786
	K0H4	1.12667*	.04615	.000	1.0314	1.2219
	K0H5	1.59333*	.04615	.000	1.4981	1.6886
	K1H3	.10667*	.04615	.030	.0114	.2019
	K1H4	-.97333*	.04615	.000	-1.0686	-.8781
	K1H5	-1.15000*	.04615	.000	-1.2452	-1.0548
	K3H3	.75333*	.04615	.000	.6581	.8486
	K3H4	.74333*	.04615	.000	.6481	.8386
	K3H5	-1.41000*	.04615	.000	-1.5052	-1.3148
	K5H4	-1.16667*	.04615	.000	-1.2619	-1.0714
	K5H5	-1.36333*	.04615	.000	-1.4586	-1.2681
K5H4	K0H3	2.25000*	.04615	.000	2.1548	2.3452
	K0H4	2.29333*	.04615	.000	2.1981	2.3886
	K0H5	2.76000*	.04615	.000	2.6648	2.8552

	K1H3	1.27333*	.04615	.000	1.1781	1.3686
	K1H4	.19333*	.04615	.000	.0981	.2886
	K1H5	.01667	.04615	.721	-.0786	.1119
	K3H3	1.92000*	.04615	.000	1.8248	2.0152
	K3H4	1.91000*	.04615	.000	1.8148	2.0052
	K3H5	-.24333*	.04615	.000	-.3386	-.1481
	K5H3	1.16667*	.04615	.000	1.0714	1.2619
	K5H5	-.19667*	.04615	.000	-.2919	-.1014
K5H5	K0H3	2.44667*	.04615	.000	2.3514	2.5419
	K0H4	2.49000*	.04615	.000	2.3948	2.5852
	K0H5	2.95667*	.04615	.000	2.8614	3.0519
	K1H3	1.47000*	.04615	.000	1.3748	1.5652
	K1H4	.39000*	.04615	.000	.2948	.4852
	K1H5	.21333*	.04615	.000	.1181	.3086
	K3H3	2.11667*	.04615	.000	2.0214	2.2119
	K3H4	2.10667*	.04615	.000	2.0114	2.2019
	K3H5	-.04667	.04615	.322	-.1419	.0486
	K5H3	1.36333*	.04615	.000	1.2681	1.4586
	K5H4	.19667*	.04615	.000	.1014	.2919

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.