HALAMAN JUDUL

ANALISIS LAJU PENGERINGAN CHIPS MOCAF PADA *CABINET DRYER*

SKRIPSI

MUHAMMAD FAIZ

1422060265

PROGRAM STUDI AGROINDUSTRI DIPLOMA IV

JURUSAN TEKNOLOGI PENGOLAHAN HASIL PERIKANAN

POLITEKNIK PERTANIAN NEGERI PANGKEP

2018

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS LAJU PENGERINGAN CHIPS MOCAF PADA *CABINET DRYER*

SKRIPSI

. Oleh :

MUHAMMAD FAIZ

NIM. 1422060265

Skripsi ini sebagai Syarat untuk Menyelesaikan Studi pada
Program Studi Agroindustri Jurusan Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan
Politeknik Pertanian Negeri Pangkep

Telah Diperiksa Dan Disetujui Oleh :

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr. Luthfiah,S.TP.M.SI	**Gusni Sushanti, ST.MT**
NIP. 19731208 199903 2 001	NIP. 19820803 201404 2 001

Mengetahui,

Ketua Jurusan	Ketua Program Studi
Ir. Nurlaeli Fattah, M.Si	**Zulfitriany Dwiyanti Mustaka, SP., MP**
NIP. 19680807 199512 2 001	NIP. 19760810 200912 2 002

Direktur

Dr. Ir. Darmawan, M.P
NIP. 19670202 199803 1 002

Tanggal Lulus : 05 September 2018

HALAMAN PERSETUJUAN PENGUJI

Judul	: Anallsis Laju Pengeringan Chips Mocaf Pada *Cabinet Dryer*
Nama	: Muhammad Faiz
Nim	: 1422060265
Program Studi	: Agroindustri IV
Jurusan	: Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan

Menyetujui :
Tim Penguji

1. Dr. Luthfiah, S.TP.M.SI (.....)
2. Gusni Sushanti, ST, MT (.....)
3. Andi Muh. Yuslim. P, S.ST.Pi., M.Si (.....)
4. Ir. Zaimar, M.Si (.....)

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Faiz

NIM : 1422060265

Program Studi : Agroindustri

Perguruan Tinggi : Politeknik Pertanian Negeri Pangkep

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi dengan judul : "Analisis Laju Pengeringan Pada Pembuatan Tepung Mocaf dengan Alat Cabinet Dryer" adalah hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pemikiran orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan telah disebutkan dalam daftar pustaka. Demikian pernyataan ini saya buat, apabila dikemudian hari terbukti bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, saya siap menerima sanksi dari perbuatan tersebut.

Pangkep, 24 Juli 2018

Yang Menyatakan

(Muhammad Faiz)

RINGKASAN

Muhammad Faiz, NIM 1422060265. "Anallsis Laju Pengeringan Chips Mocaf Pada *Cabinet Dryer* ". Dibimbing oleh Luthfiah dan Gusni Sushanti.

Ubi kayu di Indonesia merupakan bahan pangan sumber karbohidrat yang banyak ditanam dan dikonsumsi oleh masyarakat di lahan marginal. Singkong mempunyai potensi sebagai bahan baku yang penting bagi berbagai produk pangan dan industri. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis laju pengeringan dalam pembuatan tepung mocaf pada alat cabinet drayer serta mengetahui pengaruh dari variabel waktu serta suhu pengering terhadap kadar air yang terdapat pada tepung mocaf dan derajat kehalusan yang di hasilkan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan februari-maret 2018 di workshop agroindustri dan laboratorium manajemen mutu agroindustri.

Proses pembuatan tepung mocaf ini menggunakan mesin pengering cabinet dryer dengan perlakuan waktu yang digunakan yaitu pengeringan dengan lama waktu 1 jam, 2 jam dan 3 jam serta perlakuan suhu yang digunakan yaitu suhu 60 °C, 70°C dan 80 °C. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan microsoft excel untuk mencari laju pengeringan, kadar kesetimbangan bahan dan konstanta laju pengeringan dengan menggunakan persamaan regresi linear.

Hasil penelitian menunjukkan nilai konstanta laju pengeringan yang diperoleh dengan menerapkan suhu 60 °C yaitu 0,16 lebih kecil dibandigkan dengan nilai konstanta pengeringan yang diperoleh pada suhu 80 °C yaitu 1,08. semakin kecil kadar air awal bahan maka semakin kecil nilai K yang dimiliki nilai kadar air setimbang (M_e) pada suhu 60°C yaitu 33,06 lebih tinggi dari kadar air kesetimbangan pada suhu 80 °C yang hanya 3,28. Dan penurunan kadar air juga terlihat pada suhu 60 °C terjadi pola penurunan yang paling lambat. Pada 1 jam pertama chip ubi mengalami penurunan sebesar 15,52 %, jam ke 2 sebesar 7,48 %. Dan jam ketiga kadar air chip ubi hanya turun sebesar 0,15 %. Sedangkan dengan penerapan suhu pengeringan 80 °C penurunan kadar air dapat terlihat sangat cepat dimana pada jam pertama kadar air menurun sebesar 33,08 % dan dijam ke dua menurun 10,66% dan dijam ketiga kadar air mengalami penurunan sebesar 4,86 %.. Koefisien korelasi (R_2) dari persamaan laju pengeringan dengan suhu 70 °C dan 80 °C menunjukan nilai korelasi yang sangat baik (>0,95).

Kata Kunci : Mocaf, Laju Pengeringan, Kadar Air

SUMMARY

Muhammad Faiz, NIM 1422060265. "Analysis of Drying Rate in the Cabinet Dryer". Supervised by Luthfiah and Gusni Sushanti.

Cassava in Indonesia is a food source of carbohydrates that are widely planted and consumed by people on marginal land. Cassava has the potential as an important raw material for various food and industrial products. This study aims to analyze the drying rate in the manufacture of mocaf flour on a cabinet and find out the effect of the variable time and temperature of the dryer on the moisture content found in mocaf flour and the degree of smoothness produced. This research was conducted in February-March 2018 in agro-industry workshops and agro-industry quality management laboratories.

The process of making this mocaf flour uses a cabinet dryer drying machine with the time treatment used, namely drying for a long time of 1 hour, 2 hours and 3 hours and the temperature treatment used is 60 ° C, 70 ° C and 80 ° C. Data processing is done by using Microsoft Excel to find the drying rate, the level of material equilibrium and drying rate constants using linear regression equations.

The results showed that the drying rate constants obtained by applying a temperature of 60 ° C which is 0.16 smaller were compared with the drying constant values obtained at 80 ° C ie 1.08. the smaller the initial water content of the material, the smaller the K value possessed by the equilibrium water content value (Me) at 60 ° C which is 33.06 higher than the equilibrium moisture content at 80 ° C which is only 3.28. And the decrease in water content is also seen at 60 ° C, the slowest pattern occurs. In the first hour, the sweet potato chip decreased by 15.52%, the second hour was 7.48%. And in the third hour the sweet potato chip water content only decreased by 0.15%. While the application of the drying temperature of 80 ° C the decrease in moisture content can be seen very quickly where in the first hour the water content decreased by 33.08% and the second hour decreased by 10.66% and the third water content was decreased by 4.86% .. The correlation coefficient (R2) from the drying rate equation with a temperature of 70 ° C and 80 ° C shows a very good correlation value (> 0.95).

Keywords: Mocaf, Drying Rate, Water Content

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "Anallsis Laju Pengeringan Chips Mocaf Pada *Cabinet Dryer*". Penelitian ini disusun berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Workshop Agroindustri, Laboratorium Pengujian Mutu, Politeknik Pertanian Negeri Pangkep.

Penulisan tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan tepat waktu berkat bantuan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua saya ayahanda Akhmad Najib dan Ibunda Nurlina atas bimbingan dan dorongan dan motivasinya secara moril dan materil. Sehingga penulis bisa menyelesaikan studinya. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada ibu pembimbing 1 (Dr.Luthfiah, S.TP., M.Si) dan Pembimbing 2 (Gusni Sushanti, M.T) atas bimbingan dan dorongan yang tiada henti-hentinya sehingga penulis bisa menyelesaikan studinya.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Direktur Drs. Ir. Darmawan, MP, selaku Direktur Politeknik Pertanian Negeri pangkep.
2. Ibu Ir. Nurlaeli Fattah, M. Si, selaku Ketua Jurusan Teknologo Pengolahan Hasil Perikanan.
3. Ibu Zulfitriany Dwiyanti Mustaka, SP., MP, selaku Ketua Program Studi Agroindustri.
4. Bapak dan ibu staff Dosen dan Teknisi Jurusan Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan.
5. Keluarga yang selalu memberikan dukungan, doa, dan semangat kepada penulis.
6. Kerabat dekat yang memberikan dukungan, doa dan semangat kepada penulis.
7. seluruh rekan-rekan mahasiswa Politeknik Pertanian Negeri Pangkep.
8. Teman seperjuangan atau teman akrab yang telah memberi dorongan, semangat, dan doanya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik dari pembaca demi untuk kesempuraan skripsi ini. Penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua, terkhusus bagi penulis sendiri.

Pangkep, 5 September 2018

Muhammad Faiz

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN ii
HALAMAN PERSETUJUAN PENGUJI iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN iv
SUMMARY v
RINGKASAN vi
KATA PENGANTAR vii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR LAMPIRAN xiii

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 3

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Singkong (Ubi Kayu) 3
2.1.1. Tanaman Singkong 3
2.1.2.Klasifikasi Singkong 6
2.1.3. Morfologi Singkong 6
2.1.4. Manfaat Singkong 7
2.1.5. Kandungan Gizi Singkong 8
2.2. Tepung Mocaf 9
2.2.1. Deskripsi Mocaf 9
2.2.2. Fermentasi Mocaf 11
2.2.3. Karakteristik Mocaf 13
2.2.4. Aplikasi Tepung Mocaf 16
2.3. Bimo-C 16

2.4. Pengeringan 17
2.4.1. Prinsip dasar pengeringan 18
2.4.2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pengeringan 19
2.4.3. Macam Pengeringan 20
2.4.4. Laju Pengeringan 23
III. METODOLOGI
3.1 Waktu dan Tempat 25
3.2 Alat dan Bahan 25
3.3. Prosedur Penelitian 25
3.4 Rancangan Penelitian 27
3.5. Parameter Penelitian 27
3.5.1. Uji Kehalusan 27
3.5.2 Uji Kadar Air (%) 27
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN
4.1. Penurunan Kadar Air 30
4.2. Laju Pengeringan 31
V. PENUTUP
5.1 Kesimpulan 34
5.2 Saran 34
DAFTAR PUSTAKA 35
LAMPIRAN 41
RIWAYAT HIDUP 48

DAFTAR TABEL

No. *Teks* Halaman

1. Kandungan Gizi dalam tiap 100 g Ubi Kayu 9
2. Perbedaan Sifat Fisik Mocaf dengan Tepung Singkong 13
3. Perbedaan Komposisi Kimia Mocaf dengan Tepung Singkong 14
4. Syarat Mutu Tepung Mocaf 15
5. Perlakuan Tepung Mocaf 27

DAFTAR GAMBAR

No	*Teks*	Halaman
1.	Singkong	4
2.	Tepung Mocaf	10
3.	Mesin *Cabinet Dryer*.....	23
4.	Diagram Alir Proses Pembuatan Tepung Mocaf	26
5.	Grafik Penurunan Kadar Air Chip Ubi Kayu Pada Suhu Bebeda.....	30
6.	Kurva Laju Pengeringan Konstan Suhu 60 ºC	31
7.	Kurva Laju Pengeringan menurun Suhu 60ºC	31
8.	Kurva Laju Pengeringan Konstan Suhu 70 ºC	31
9.	Kurva Laju Pengeringan Menurun Suhu 70 ºC.....	31
10.	Kurva Laju Pengeringan Konstan Suhu 80 ºC	32
11.	Kurva Laju Pengeringan Menurun Suhu 80 ºC.....	32
12.	Grafik Persentase Kadar Derajat Kehalusan	34

DAFTAR LAMPIRAN

No.	*Teks*	Halaman
1.	Dokumentasi kegiatan penelitian	41
2.	Tabel Laju Pengeringan	43
3.	Tabel Persentase Kadar Air	44
4.	Tabel Persentase Kadar Derajat Putih	46

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang dilalui oleh garis khatulistiwa atau ekuator pada lintang nol derajat bumi. Hal ini menjadikan indonesia memiliki keistimewaan dengan curah hujan, suhu, dan kelembaban yang tergolong tinggi. Beraneka ragam jenis hewan serta tumbuhan dapat hidup dengan baik pada iklim seperti ini (Hanna, 2018).

Iklim tropis membuat suatu negara memiliki lebih banyak kekayaan sumber daya alam terutama dibidang pertanian. Indonesia tercatat sebagai salah satu negara penghasil umbi-umbian terbesar di dunia. Dan salah satu umbi-umbian yang banyak diproduksi di Indonesia adalah singkong. Menurut badan pusat statistik (BPS) tahun 2016, Indonesia memproduksi 20.260.276 ton ubi kayu dan naik menjadi 20.400.475 ton di tahun 2017. namun nilai jual pada singkong sempat mengalami penurunan dikarenakan melimpahnya impor tepung tapioka dari thailand dan vietnam ditahun 2017 (Siska, 2017)

Dalam rangka mengantisipasi kejadian serupa dimasa mendatang perlu dilakukan relokasi penggunaan bahan baku singkong atau ubi kayu menjadi suatu produk yang baru. Subagio (2010) telah melakukan serangkaian penelitian untuk memanfaatkan singkong menjadi suatu produk baru. Dengan memodifikasi sel ubi kayu secara fermentasi menggunakan bantuan mikroba yaitu bakteri asam laktat (BAL), BAL yang tumbuh akan menghasilkan *enzim pektinolitik* dan *sellulotik* yang dapat menghancurkan dinding sel ubi kayu sedemikian rupa sehingga terjadi liberasi granula pati.

Pemanfaatan ubi kayu dengan cara memodifikasi selnya ini biasa disebut dengan mocaf (*modified cassava flour*). Rahmi et al., (2012) mengungkapkan bahwa mocaf memiliki beberapa keunggulan yaitu sangat mudah larut dalam air, lebih mudah mengambang ketika dipanaskan, berwarna lebih cerah/putih, tidak lagi memiliki aroma khas singkong biasa. Keunggulan ini diharapkan dapat menjadikan tepung mocaf sebagai alternatif baru dalam pengganti tepung gandum serta tepung tapioka.

Dalam pembuatan tepung mocaf terdapat beberapa tahapan yang harus dilalui. Salah satunya yaitu pengeringan. Hasil-hasil pertanian terutama umbi-umbian merupakan produk yang sangat mudah mengalami kerusakan sehingga produk-produk pertanian pada umumnya memiliki umur simpan yang pendek. Salah satu cara yang paling mudah dan paling sering dilakukan untuk memperpanjang waktu simpan adalah dengan melakukan pengeringan yang bertujuan menurunkan kadar air yang dikandung oleh bahan pangan. (Suryaningsih, 2005)

Pengeringan adalah proses pemindahan atau pengeluaran kandungan air bahan hingga mencapai kandungan air tertentu. Pengeringan makanan memiliki dua tujuan utama yaitu sebagai sarana memperpanjang umur simpan dengan cara mengurangi kadar air makanan untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme pembusuk dan meminimalkan biaya distribusi bahan makanan karena berat dan ukuran makanan menjadi lebih rendah (Natipulu dan Tua, 2012; Wicaksono, 2012).

Pengeringan pada bahan pangan telah banyak diterapkan industri saat ini. Salah satunya pada produk pasta untuk menggantikan pengeringan konvensional. Profil suhu tinggi yang digunakan berkisar antara 60–90ºC. Selain dapat mengendalikan pertumbuhan mikroba dan mempercepat waktu pengeringan, terjadi peningkatan kualitas masak pada produk pasta yang dikeringkan dengan suhu tinggi (Dexter *et al.* 1981; Novaro *et al.* 1993; Villeneuve dan Géllinas 2007). Subarna dan Muhandri (2013) melakukan pengeringan mi jagung pada suhu 60ºC, 70ºC, dan 80ºC dengan alat *tray drier*. Dilaporkan bahwa pengeringan dengan suhu yang rendah menghasilkan mi kering jagung yang lebih baik, yaitu elongasi yang lebih tinggi, meskipun *cooking loss*, ketegaran, kelengketan dan kekenyalan tidak berbeda nyata. Taufiq (2004) juga melakukan pengeringan bahan pangan jagung dengan kisaran suhu 50 °C – 70 °C °. Sehingga yang didapatkan yaitu waktu pengeringan yang tercepat untuk mencapai kadar air 12 %w.b dari kadar air ±21 % yaitu 57,4 menit dengan suhu 70 °C. Dan laju pengeringan yang tercepat juga terjadi pada pengeringan dengan suhu 70 °C.

Proses pengeringan pada umumnya dapat terjadi melalui 3 periode (Treyball, 1981), yaitu : (1). Periode pemanasan pendahuluan atau penyesuaian

suhu bahan yang dikeringkan, (2) Periode laju tetap atau konstan (*constant rate period*), dan (3) Periode laju menurun *(falling rate period*) (Suryaningsih, 2005). Sehubungan dengan hal tersebut, maka penulis melakukan penelitian mengenai analisis laju pengeringan tepung mocaf pada alat *cabinet drayer* dengan menggunakan variabel suhu dan lama pengeringan yang bervariasi.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakan diatas, maka penelitian ini dapat merumuskan masalah yang akan dibahas, yaitu :

1. Bagaimana Analisis Konstanta Pengeringan Produk Tepung Mocaf dengan Menggunakan Alat Pengering *Cabinet Dryer.*
2. Bagaimana Analisis Laju Pengeringan Terhadap Sifat Fisik Tepung Mocaf pada Alat *Cabinet Dryer.*

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang diharapkan dapat tercapai pada penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui Analisis Konstanta Pengeringan Produk Tepung Mocaf dengan Menggunakan Alat Pengering *Cabinet Dryer.*
2. Mengetahui Analisis Laju Pengeringan Terhadap Sifat Fisik Tepung Mocaf pada Alat *Cabinet Dryer.*

1.4. Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Mengetahui grafik kurva laju pengeringan tepung mocaf.
2. Mengetahui sebagian kecil metode pengeringan dari berbagai metode pengeringan yang ada.
3. Dapat memahami arti pentingnya pengeringan bagi hasil pertanian pascapanen untuk memperpanjang masa simpan produk tepung.
4. Diharapkan bisa dijadikan sebagai pertimbangan bagi penelitian selanjutnya dan pada akhirnya agar dapat diterapkan di lapangan

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Singkong (Ubi Kayu)

2.1.1. Tanaman Singkong

Ubi kayu (*Manihot esculenta Crantz*) merupakan salah satu sumber karbohidrat yang berasal dari umbi. Ubi kayu atau ketela pohon merupakan tanaman perdu. Ubi kayu berasal dari benua Amerika, tepatnya dari Brasil. Penyebarannya hampir ke seluruh dunia, antara lain Afrika, Madagaskar, India, dan Tiongkok. Ubi kayu berkembang di negara –negara yang terkenal dengan wilayah pertaniannya (Purwono, 2009).

Tanaman singkong masuk ke wilayah Indonesia kurang lebih pada abad ke-18. Tepatnya pada tahun 1852, didatangkan plasma nutfah singkong dari suriname untuk dikoleksikan di Kebun Raya Bogor. Penyebaran tanaman ubi kayu di Indonesia, terjadi pada sekitar tahun 1914 – 1918, yaitu saat terjadi kekurangan atau sulit pangan. Tanaman ubi kayu dapat tumbuh dengan baik pada daerah yang memiliki ketinggian sampai dengan 2.500 m dari permukaan laut. Demikian pesatnya tanaman ubi kayu berkembang di daerah tropis, sehingga ubi kayu dijadikan sebagai bahan makanan pokok ketiga setelah padi dan jagung. Pada daerah yang kekurangan pangan tanaman ini merupakan makanan pengganti (subtitusi) serta dapat pula dijadikan sebagai sumber kabohidrat utama. Adapun produksi ubi kayu di Indonesia ada
lah Jawa, Lampung, dan NTT (Sunarto, 2002). Umumnya tanaman ini dibudidayakan oleh manusia terutama adalah untuk diambil umbinya, sehingga segala upaya yang selama ini dilakukan adalah untuk mempertinggi hasil umbinya.



Gambar 1. Singkong (Anwar, 2017)

Singkong merupakan tanaman tropis yang tumbuh pada 30º lintang utara sampai 30º lintang selatan dan sebagian besar berkembang di 20º utara sampai 20º lintang selatan serta membutuhkan iklim yang lembab. Pertumbuhan singkong akan berhenti dibawah temperatur 10º C. Pertumbuhan singkong yang paling banyak di dataran rendah tropis di ketinggian 150 meter dari permukaan laut dengan temperatur rata-rata.

Ubi kayu di Indonesia merupakan bahan pangan sumber karbohidrat yang banyak ditanam dan dikonsumsi oleh masyarakat di lahan marginal. Dibanding dengan tanaman pangan lainya, budidaya ubi kayu paling sederhana dan mudah. Potensi hasilnya tinggi, rata-rata 20 ton/ha. Bahkan dengan perawatan intensif berpotensi hasil lebih dari 50 ton/ha (Trisnanto, 2013).

Singkong mempunyai potensi sebagai bahan baku yang penting bagi berbagai produk pangan dan industri. Disamping itu beberapa jenis singkong mengandung racun HCN. Dari dasar itulah secara lokal singkong dibagi menjadi singkong pahit dan singkong manis. Ubi kayu atau singkong merupakan salah satu bahan makanan sumber karbohidrat (Koswara, 2013).

Singkong segar mengandung senyawa glukosida sianogenik dan bila terjadi proses oksidasi oleh enzim linamarase maka akan dihasilkan glukosa dan asam sianida (HCN), yang ditandai bercak warna biru bila dikonsumsi pada kadar HCN lebih dari 50 ppm akan terjadi keracunan (toxin). Selain itu ubi kayu segar mengandung senyawa polifenol, jika terjadi oksidasi akan menyebabkan warna coklat (browning) secara enzimatis oleh enzim fenolase sehingga warna tepung kurang putih (Prabawati, 2011). Varietas-varietas ubi kayu unggul yang biasa ditanam penduduk Indonesia adalah ubi kayuValenca, ubi kayu Mangi, dan ubi kayu Gajah.

a. Ubi kayu Valenca

Menurut Endang, (2010) Ketela pohon Valenca berasal dari benua Amerika, tepatnya dari negara Brazil. Penyebarannya hampir ke seluruh dunia, antara lain: Afrika, Madagaskar, India, Tiongkok. Ketela pohon berkembang di negara-negara yang terkenal wilayah pertaniannya dan masuk ke Indonesia pada tahun 1852. Di Indonesia, ketela pohon Valenca menjadi makanan bahan pangan pokok setelah beras dan jagung. (Rudi, dkk 2006) manfaat daun ketela pohon

valenca sebagai bahan sayuran memiliki protein cukup tinggi, atau untuk keperluan yang lain seperti bahan obat-obatan.

b. Ubi kayu Mangi

Menurut Endang (2010) Jenis ubi kayu mangi pertama kali dikenal di Amerika Selatan kemudian dikembangkan pada masa pra-sejarah di brasil dan paraguay. Bentuk-bentuk modern dari spesies yang telah dibudidayakan dapat ditemukan bertumbuh liar di brasil selatan. Meskipun spesies mangi yang liar ada banyak, semua varitas mangi dapat dibudidayakan.

c. Ubi kayu Gajah

Ubi kayu gajah adalah ubi kayu varietas ”Asli” Kalimantan timur yang ditemukan oleh Prof. Dr. Ristonom, MS dan dipublikasikan melalui Koran Lokal di Kalimantan Timur dan internet sejak tanggal 08 Juli 2008. Sosialisai dan pengembangan dimulai tanggal 01 Juni 2009 dengan acara “Panen Raya dan Bazaar di Desa Bukit Pariaman, Kec. Tenggarong Seberang, Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur.

2.1.2. Klasifikasi Singkong

Berdasarkan hasil identifikasi tumbuhan oleh Herbarium Medanense (2016) dan literatur pengantar dari Rukmana (2002) taksonomi singkong diuraikan sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
Divisio : Spermatophyta
Sub Diviso : Angiospermae
Ordo : Euphorbiales
Familia : Euphorbiaceae
Genus : *Manihot*
Spesies : *Manihot utilissima* Pohl.

2.1.3. Morfologi Singkong

Bagian tubuh singkong terdiri atas batang, daun, bunga, dan umbi. Daun pada tanaman Singkong termasuk daun tunggal yang bertulang daun dan berbentuk menjari. Daun singkong memiliki tangkai yang panjang dengan helaian daunnya menyerupai telapak tangan dan setiap tangkai mempunyai daun sekitar 3-8 lembar. Daun singkong ini berwarna hijau muda ketika masih mudah dan dapat

dimanfaatkan untuk sayuran serta dapat digunakan untuk menetralisir rasa pahit sayuran lainnya namun ketika sudah tua daunnya berwarna hijau tua (Djaafar, 2003)

Batang tanaman ubi berkayu, beruas-ruas dengan ketinggian mencapai lebih dari 3 meter. Warna batang bervariasi, ketika masih muda umumnya berwarna hijau dan setela tua menjadi keputihan, kelabu, atau hijau kelabu. Batang berlubang, berisi empelur berwarna putih, lunak, dengan struktur seperti gabus (Purwono, 2007)

Bunga tanaman Singkong berumah satu dengan penyerbukan silang sehingga jarang berbuah. Bunga ini berada dalam tandan yang tidak rapat dan berkumpul pada ujung batang umbi singkong terbentuk merupakan akar yang menggelembung dan berfungsi sebagai tempat penampung makanan cadangan.

Bentuk umbi biasanya bulat memanjang yang terdiri atas kulit luar tipis berwarna kecoklatan kering kulit dalam agak tebal berwarna keputih-putihan basah dan daging berwarna putih atau kuning tergantung varietasnya yang mengandung sianida dan qadar berbeda (Suprapti, 2005) Umbi yang terbentuk merupakan akar yang menggelembung dan berfungsi sebagai tempat penampung makanan cadangan, bentuk umbi biasanya bulat memanjang terdiri atas kulit tipis (ari) berwarna kecokelat-coklatan (kering), kulit dalam agak tebal berwarna keputih-putihan (basah), dan daging bewarna putih atau kuning (tergantung) varietasnya yang mengandung sianida dengan kadar berbeda (Suprapti, 2005).

2.1.4. Manfaat Singkong

Hampir semua bagian dari tanaman ubi kayu dapat dimanfaatkan dalam berbagai jenis industri. Misalnya, industri pembuatan alkohol, etanol, dan gasahol; lem, tekstil, dan industri kimia. Selain sebagai bahan makanan pokok ubi kayu juga dimanfaatkan oleh masyarakat kita sebagai bahan baku industri makanan, antara lain adalah tape singkong, enyek-enyek singkong, peuyeum, opak, tiwul, kerupuk singkong, keripik singkong, kue, dan lain-lain. Dan juga dimanfaatkan sebagai produk antara (*intermediate produc*), misalnya gaplek dan tepung tapioca. Limbah industri ubi kayu sebagian hasil ikutan (*by product*) dalam pengolahan, yang berupa kulit ubi kayu dan onggok, dapat dapat dijadikan

campuran pakan ternak. Aneka olahan dari tanaman ubi kayu antara lain adalah sebagai berikut (Rukmana dkk, 2001).

a. Umbi

Hasil utama tanaman ubi kayu adalah umbinya. Umbi ubi kayu ini dapat diolah menjadi ubi rebus, ubi kukus, ubi goreng, ubi bakar, getuk, kolak, opak, keripik, tape, dadar pelangi, puding, combro, dan lain sebagainya.

b. Daun muda

Daun ubi kayu yang masih muda, sangat enak bila disantap dalam bentuk urap, lalap, masak, lotek, pepea, kare, dan berbagai jenis masakan lainnya.

c. Batang

Batang ubi kayu dapat dimanfaatkan dalam pembuatan tauge atau rebung ubi kayu, tauge yang berupa tunas daun yang sedang mulai tumbuh enak untuk diolah menjadi sup, tumis, dan lain sebagainya.

d. Kulit ubi

Kulit ubi kayu dari varietas yang tidak beracun, dapat diolah menjadi kripik, tepung, atau disantap dalam bentuk urap.

2.1.5. Kandungan Gizi Singkong

Kandungan gizi yang terdapat dalam ubi kayu sudah kita kenal sejak dulu. Umbi ubi kayu merupakan sumber energi yang kaya karbohidrat namun miskin akan protein. Selain umbi akar ubi kayu banyak mengandung glukosa dan dapat dimakan mentah. Berbagai macam upaya penanganan ubi kayu yang telah banyak dilakukan adalah dengan mengolahnya menjadi berbagai macam produk olahan baik basah maupun kering. Singkong memiliki beberapa keunggulan yaitu, 1) kadar gizi makro (kecuali protein) dan mikro tinggi, 2) kadar glikemik dalam darah yang dihasilkan ketika mengkomsumsi singkong rendah dan 3) kadar serat pangan larut yang ada pada singkong tinggi (Direktorat Jendral Tanaman Pangan, 2012). Adapun unsur gizi yang terdapat dalam tiap 100 gr ubi kayu segar dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Gizi dalam tiap 100 g Ubi Kayu

No	Kandungan Gizi	Ubi Kayu
1	Kalori (g)	146
2	Protein (g)	1,20
3	Lemak (g)	0,30
4	Karbohidrat (g)	34,70
5	Kalsium (mg)	33,00
6	Fosfor (mg)	40
7	Zat besi (mg)	0,70
8	Vitamin A (SI)	0,00
9	Vitamin B1 (mg)	0,06
10	Vitamin C (mg)	30,00
11	Air (g)	62,50
12	Bagian dapat dimakan (%)	75,00

Sumber : Direktorat Gizi, Depkes R.I, 1981 *dalam* Rukmana.,dkk 2001).

Selain kandungan gizi di atas, ubi kayu juga mengandung racun yang dalam jumlah besar cukup berbahaya. Kandungan sianida dalam ubi kayu sangat bervariasi. Kadar sianida rata- rata dalam singkong manis dibawah 50 mg/kg berat asal, sedangkan singkong pahit/ racun diatas 50 mg/kg. Menurut FAO, singkong dengan kadar 50 mg/kg masih aman untuk dikonsumsi manusia (Winarno, 2004). Besarnya racun dalam singkong setiap varietas tidak konstan dan dapat berubah. Hal ini disebabkan adanya beberapa faktor yang mempengaruhi yaitu antara lain : keadaan iklim, keadaan tanah, cara pemupukan dan cara budidayanya.

2.2. Tepung Mocaf (*Modified Cassava Flour*)

2.2.1. Deskripsi Mocaf

Kata MOCAF adalah singkatan dari *Modified Cassava Flour* yang berarti tepung singkong yang dimodifikasi. Secara definitif, MOCAF adalah produk tepung dari singkong (*Manihot esculenta* Crantz) yang diproses menggunakan prinsip memodifikasi sel singkong secara fermentasi, dimana mikrobia BAL (Bakteri Asam Laktat) mendominasi selama fermentasi tepung singkong ini. Mikroba yang tumbuh menghasilkan enzim pektinolitik dan sellulolitik yang dapat menghancurkan dinding sel singkong, sedemikian rupa sehingga terjadi

liberasi granula pati. Mikroba tersebut juga menghasilkan enzim-enzim yang menghidrolisis pati menjadi gula dan selanjutnya mengubahnya menjadi asam-asam organik, terutama asam laktat. Hal ini akan menyebabkan perubahan karakteristik dari tepung yang dihasilkan berupa naiknya viskositas, kemampuan gelasi, daya rehidrasi, dan kemudahan melarut. Demikian pula, cita rasa MOCAF menjadi netral dengan menutupi cita rasa singkong sampai 70% (Subagio, 2008).

Pemanfaatan BAL oleh manusia telah dilakukan sejak lama, yaitu untuk proses fermentasi makanan. BAL merupakan kelompok besar bakteri menguntungkan yang memiliki sifat relatif sama. Saat ini BAL digunakan untuk pengawetan dan memperbaiki tekstur dan cita rasa bahan pangan. BAL mampu memproduksi asam laktat sebagai produik akhir perombakan karbohidrat, hydrogen peroksida, dan bakteriosin (Afrianto dkk., 2006). Dengan terbentuknya zat antibakteri dan asam maka pertumbuhan bakteri pathogen seperti *Salmonell* dan *E. coli* akan dihambat (Rostini, 2007).



Gambar 2. Tepung Mocaf (AgroindustriID, 2017)

Tepung mocaf memiliki kandungan nutrisi yang berbeda dari tepung terigu. Perbedaan kandungan nutrisi yang mendasar adalah tepung mocaf tidak mengandung zat gluten yang menentukan kekenyalan makanan. Tepung mocaf berbahan baku singkong memiliki sedikit protein, sedangkan tepung terigu berbahan gandum kaya protein. Tepung mocaf lebih kaya karbohidrat dan memiliki gelasi yang lebih rendah dibandingkan tepung terigu. Dibandingkan dengan tepung singkong biasa atau tepung tapioka, tepung mocaf memiliki

karakter derajat viskositas (daya rekat), kemampuan gelasi, daya rehidrasi, dan kemudahan melarut yang lebih baik. Selain itu, tepung mocaf berwarna putih, lembut dan tidak berbau singkong (Salim, 2011).

Tepung mocaf memiliki prospek pengembangan yang bagus. Pertama dilihat dari ketersediaan singkong sebagai bahan baku yang berlimpah sehingga kemungkinan kelangkaan produk dapat dihindari karena tidak tergantung dari impor seperti gandum. Keberadaan tepung mocaf dapat dijadikan sebagai alternatif dari tepung terigu. Ini dikarenakan jenis dan karakteristik yang hampir sama dengan terigu. Harga tepung mocaf relatif lebih murah dibanding dengan harga tepung terigu maupun tepung beras, sehingga biaya pembuatan produk dapat lebih rendah dan pasar lokalnya sangat prospektif. Hasil uji coba menunjukkan bahwa tepng mocaf dapat digunakan sebagai bahan baku, baik subtitusi maupun seluruhnya, dari berbagai jenis produk bakery seperti kue kering, kue basah dan roti tawar. Tepung mocaf juga dapat digunakan dalam pembuatan bihun, dan campuran produk lain yang berbahan baku gandum atau tepung beras. sehingga bagitu akan baik bagi industri makanan untuk menggunakan bahan baku dari tepung ini. (Nita, 2012)

2.2.2. Fermentasi Mocaf

Brauman dkk. (2006) mengatakan tahap fermentasi ubi kayu menggunakan proses mikrobial yang komplek dimana sejumlah kecil BAL secara cepat menggantikan mikroflora epifitik pada ubi kayu dan mendominasi proses fermentasi umbi ubi kayu. Proses fermentasi ini dapat dijelaskan dari beberapa faktor; (i) Sebagai bakteri yang bersifat fakultatif anaerob BAL dapat membangun proses fermentasi, dimana oksigen masih terdapat pada media, dengan laju pertumbuhan BAL yang cepat dengan banyak terdapatnya gula-gula yang dapat difermentasi (sukrosa, glukosa, dan fruktosa), fermentasi tersebut dapat mendukung tumbuhnya flora lainnya; (ii) BAL memproduksi sejumlah besar asam laktat sehingga dapat menurunkan pH dengan cepat hingga sekitar 4.5, dengan demikian lingkungan pertumbuhannya menjadi bersifat selektif terhadap mikroorganisme yang tidak bersifat toleran terhadap asam, sebagaimana terjadi pada proses pembuatan sauerkraut; (iii) Galur BAL dapat beradaptasi dengan baik pada lingkungan yang bersifat toksik, sebagaimana BAL bersifat resisten terhadap

konsentrasi tinggi (100 ppm) dari sianida bebas yang biasanya dapat menghambat mikroba lain; (iv) Sebagai tambahan, *Lactococcus lactis* yang terisolasi selama proses fermentasi menunjukkan produksi bakteriosin yang dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme lainnya.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Setyo dkk. (2012) menunjukkan bahwa tepung MOCAF dapat dihasilkan dengan proses fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum, Saccharomyces cereviseae*, dan *Rhizopus oryzae*. Tepung MOCAF dengan kandungan nutrisi terbaik dihasilkan pada waktu fermentasi 120 jam dengan menggunakan *Lactobacillus plantarum* dengan kadar protein 8,557% dan kadar HCN 1,8% serta karakteristik tepung yang dihasilkan hampir menyerupai tepung terigu. Pada Penelitian Puji (2010) menunjukkan bahwa semakin lama proses fermentasi mampu mempengaruhi karakteristik tepung mocaf yaitu warna (derajat putih) semakin meningkat. Penelitian Iqbal, dkk (2012) menyebutkan bahwa lama fermentasi memberikan pengaruh nyata dalam pembuatan tepung mocaf. Hasil penelitian Efendi (2010) juga menunjukkan bahwa pada fermentasi 0 jam hingga 24 jam belum menunjukkan adanya peningkatan derajat putih yang nyata pada tepung modifikasi. Penelitian tentang fermentasi tepung mocaf dengan menggunakan bakteri *Lactobacillus plantarum* juga dilakukan oleh Jeffry, dkk (2014) menunjukkan bahwa kadar produksi tepung mocaf menghasilkan hasil yang terbaik dengan fermentasi selama 72 jam dengan *Lactobacillus plantarum*.

Lactobacillus plantarum merupakan jenis bakteri yang bersifat proteolitik yang dapat mengurai senyawa protein menjadi senyawa yang lebih sederhana untuk memperoleh nutrisi bagi pertumbuhan bakteri. Elida (2002) dalam Zuraida (2010) mengatakan bahwa *Lactobacillusplantarum* tergolong bakteri asam laktat homofermentatif yang tumbuh pada suhu 15 - 37 ºC, masih dapat tumbuh pada pH 3.0-4.6, dengan ciri-ciri sel berbentuk batang pendek, warna koloni putih susu sampai abu-abu, serta mempunyai viabilitas tinggi untuk digunakan sebagai starter. Bakteri *L. plantarum* adalah salah satu spesies bakteri dalam genus *Lactobacillus*, yang terdiri dari sekitar 90 spesies. *L. plantarum* termasuk dalam kelompok heterofermentatif fakultatif, yaitu mampu menfermentasi heksosa menjadi asam laktat dan juga mampu memfermentasi pentosa dan /atau glukonat.

Selama fermentasi, *L. plantarum* tumbuh menghasilkan enzim pektinolitik dan selulolitik yang dapat menghancurkan dinding sel bahan makanan sehingga terjadi liberasi granula pati. *L. plantarum* tersebut 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. Pertumbuhan *L. plantarum* dapat menghambat kontaminasi dari mikrooganisme patogen dan penghasil racun karena kemampuannya menghasilkan asam laktat dan menurunkan pH substrat, selain itu BAL dapat menghasilkan hidrogen peroksida yang dapat berfungsi sebagai antibakteri

2.2.3. Karakteristik Mocaf

Mocaf memiliki karakteristik fisik dan organoleptik yang spesifik jika dibandingkan dengan tepung singkong pada umumnya. Kandungan protein mocaf lebih rendah dibandingkan tepung singkong, dimana senyawa ini dapat menyebabkan warna coklat ketika pengeringan atau pemanasan. Dampaknya adalah warna mocaf yang dihasilkan lebih putih jika dibandingkan dengan warna tepung singkong biasa. Sedangkan perbedaan sifat organoleptik mocaf dengan tepung singkong. Mocaf menghasilkan aroma dan cita rasa khas yang dapat menutupi aroma dan citarasa singkong yang cenderung tidak menyenangkan konsumen apabila bahan tersebut diolah. Hal ini karena hidrolisis granula pati menghasilkan monosakarida sebagai bahan baku penghasil asam-asam organik, terutama asam laktat yang akan terimbibisi dalam bahan. Berikut merupakan perbedaan karakteristik mocaf dilihat dari segi fisik dan kimia.

Tabel 2. Perbedaan Sifat Fisik Mocaf dengan Tepung Singkong

Parameter	**Mocaf**	**Tepung Singkong**
Besar Butiran (Mesh)	Max. 80	Max. 80
Derajat Keputihan (%)	88 – 91	85 – 87
Kekentalan (mPa.s)	52 – 55 (2% pasta panas)	20 -40 (2% pasta panas)
	75 – 77 (2% pasta dingin)	30 – 50 (2% pasta dingin)

Sumber : Subagio (2008)

Tabel 3. Perbedaan Komposisi Kimia Mocaf dengan Tepung Singkong

Parameter	Mocaf	Tepung Singkong
Kadar Air (%)	Max. 13	Max. 13
Kadar Protein (%)	Max. 1,0	Max 1,2
Kadar Abu (%)	Max. 0,2	Max. 0,2
Kadar Pati (%)	85 – 87	82 – 85
Kadar Serat (%)	1,9 – 3,4	1,0 – 4,2
Kadar Lemak (%)	0,4 – 0,8	0,4 – 0,8
Kadar HCN (mg/kg)	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi

Sumber : Subagio (2008)

Tepung mocaf pada proses produksinya terdapat syarat mutu yang ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN) 2011, dimana diatur pada SNI 7622:2011. Syarat ini ditetapkan dengan tujuan untuk melindungi konsumen, menjamin perdagangan pangan yang jujur serta bertanggung jawab dan untuk mendukung perkembangan diversifikasi industri tepung mocaf. Berikut merupakan syarat mutu tepung mocaf

:

Tabel 4. Syarat Mutu Tepung Mocaf

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan	-	
2	Bentuk	-	Serbuk halus
3	Bau	-	Normal
4	Warna	-	Putih
5	Benda asing	-	Tidak ada
6	Serangga dalam semua bentuk stadia dan potongan-potongannya yang tampak	-	Tidak ada
7	Kehalusan		
8	Lolos ayakan 100 mesh (b/b)	%	Min. 90
9	Lolos ayakan 80 mesh (b/b)	%	100
10	Kadar air (b/b)	%	Maks.13
11	Abu (b/b)	%	Maks 1,5
12	Serat kasar (b/b)	%	Maks 2,0
13	Derajat putih (MgO=100)	-	Min. 87
14	Belerang dioksida (SO_2)	Mg/g	Negatif
15	Derajat asam	ml NaOH	Maks. 4,0
16	HCN	1 N/ 100 g	Maks. 10
17	Cemaran logam	Mg/kg	
18	Kadium (Cd)		Maks. 0,2
19	Timbal (Pb)	Mg/kg	Maks. 0,3
20	Timah (Sn)	Mg/kg	Maks. 40,0
21	Merkuri (Hg)	Mg/kg	Maks. 0,5
22	Cemaran arsen (As)	Mg/kg	Maks. 0,5
23	Cemaran mikroba		
24	Angka lempeng total (35^0C, 48 jam)	Koloni/g	Maks. 1x 10^6
25	*Eshhericia coli*	APM/g	Maks. 10
26	*Bacillus cereus*	Kaloni/	< 1 x 10^4
27	*Kapang*	Kaloni/g	Maks. 1 x 10^4

Sumber : Badan Standardisasi Nasional. 2011.

2.2.4. Aplikasi Tepung Mocaf

Tepung kasava merupakan tepung yang dapat digunakan dalam pembuatan tepung campuran (*Composite flour*), yakni campuran antara tepung kasava dan tepung terigu. Mocaf yang digunakan sebagai bahan substitusi tepung terigu telah mengalami proses fermentasi sehingga aroma singkong pada mocaf sudah menghilang dan mengubah sifat kekentalan dan elastisitas dalam pembuatan adonan, namun karakter mocaf tidaklah sama persis dengan tepung terigu, sehingga dalam aplikasinya diperlukan sedikit perubahan dalam formula atau prosesnya sehingga dapat dihaislkan produk yang bermutu optimal. (Pato, U., dkk., 2011)

Tepung campuran mocaf biasa digunakan dalam pembuatan aneka kue, roti dan produk makanan lainnya. Bahkan, tepung campuran dengan tingkat subtitusi rendah (10%) bisa digunakan untuk bahan pembuatan roti dan kue-kue kering dengan mutu, rasa, tekstur, dan kenampakan yang setara dengan roti atau kue-kue kering dari terigu murni. Untuk jenis-jenis kue tertentu, tepung kasava dapat menggantikan 100 % tepung terigu, tepung beras, tepung ketan dan tepung tapioka dalam adonannya, dengan hasil dan cita rasa yang tidak berbeda. Namun tidak semua jenis kue dapat dibuat dengan 100 % tepung kasava. Untuk jenis kue kering seperti semprit, kue keju, kue almond, walaupun dapat digunakan 100 % tepung kasava untuk menggantikan tepung terigu namun aroma kue yang dihasilkan kurang disukai. Berbeda dengan tepung yang biasa digunakan untuk membuat kue tersebut.

Produk roti dan donat yang dalam pembuatannya sangat diperlukan adanya gluten untuk mengembangkan adonan, penggunaan tepung kasava sebgai subtitusi tepung terigu maksimum hanya 20 % lebih dari 20 %, roti yang dihasilkan kurang mengembang, dan hasilnya tekstur roti lebih keras dibandingkan dengan menggunakan 100 % tepung terigu. Demikian pula untuk kue kukus seperti lapis pelangi, lapis si hitam manis, kue lumpur, kue talam asin, brownis kukus dan pandan kukus (Broto, 2008)

2.3. Bimo-CF

Starter Bimo-CF merupakan bibit yang berbentuk tepung (powder) yang digunakan untuk fermentasi ubi kayu dalam bentuk chips atau sawut. Starter

Bimo-CF menggunakan bahan aktif berbagai mikroba bakteri asam laktat yang aman untuk pangan dan diperkaya dengan nutrisi dan dibuat dengan teknologi yang menghasilkan stabilitas dan efektifitas starter yang tinggi. Starter Bimo-CF dalam kemasan plastik ukuran 1 kilogram bakteri asam laktat memiliki peran di antaranya asam laktat yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat memberikan aroma dan flavor. Bakteri asam laktat mampu berperan sebagai agen diversifikasi pengolah pangan sebab bakteri ini memiliki kemampuan mendegradasi gula yang terkandung dalam media pertumbuhannya menjadi gula sederhana, mendegradasi protein dan peptida menjadi asam amino. Bakteri asam laktat aman untuk pangan, tidak menghasilkan toksin pada makanan, sehingga sering disebut sebagai mikroorganisme yang meningkatkan nilai makanan (food grade microorganism). Bakteri asam laktat berperan pula sebagai agen yang dapat mengawetkan pangan. Bakteri ini mengawetkan pangan dengan menghasilkan senyawa anti mikroba berupa asam organik, hidrogen peroksida, diasetil, bakteriosin, etanol, potensial redoks yang rendah. Dengan kemampuan untuk mengubah berbagai senyawa yang terdapat pada media menjadi senyawa lain yang lebih sederhana, memberikan rasa dan aroma yang khas pada makanan maka bakteri ini akan memiliki kemampuan untuk meningkatkan rasa dan nilai penerimaan produk pangan fermentasi oleh bakteri asam laktat. Kondisi optimal pertumbuhan bakteri asam laktat adalah pada suhu 30 – 37 derajat Celcius, pH 3,0 – 8,0 , sumber gula media pertumbuhan glukosa dan fruktosa. Bakteri asam laktat memiliki tingkat efisiensi penggunaan substrat tergantung pada tipe fermentasinya. Bakteri asam laktat homofermentatif mampu mengubah 95% glukosa substrat menjadi asam laktat, CO2, dan senyawa volatil. Bakteri asam laktat heterofermentatif dapat menggunakan 90% gula yang ada dalam substrat (Agustien, 2011).

2.4. Pengeringan

Pengeringan merupakan metode pengawetan dengan cara pengurangan kadar air dari bahan pangan sehingga daya simpan menjadi lebih panjang. Perpanjangan masa simpan terjadi karena aktivitas mikroorganisme dan enzim menurun sebagai akibat dari air yang dibutuhkan untuk aktivitasnya tidak cukup (Estiasih, dkk., 2009). Pada proses pengeringan pepindahan panas dan uap air secara simultan, memerlukan energi panas untuk menguapkan kandungan air yang

dipindahkan dari permukaan bahan yang dikeringkan oleh media pengering yang biasanya berupa panas (Suryanto dkk, 2012). Terdapat 2 peristiwa yang terjadi pada proses pengeringan, yaitu sebagai berikut :

a. Proses perpindahan panas, yaitu suatu proses dimana radiasi matahari memanaskan udara di lingkungan sekitar yang kemudian mengikat atau menguapkan air pada permukaan bahan. Perpindahan massa berupa uap air dari permukaan bahan yang tergantung pada temperatur udara lingkungan, kelembaban, kecepatan aliran udara, luas bidang kontak, tekanan udara dan sifat fisik bahan (Suryanto dkk, 2012)
b. Proses perpindahan massa, yaitu suatu proses yang disebabkan oleh kelembabannrelatif udara pada alat pengering lebih rendah dibandingkan dengan kelembaban relatif bahan dimana panas yang di alirkan diatas permukaan bahan akan meningkatkan uap air bahan sehingga tekanan uap air lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan uap udara ke alat pengering (Rigit et al, 2013).

2.4.1. Prinsip Dasar Pengeringan

Prinsip dasar proses pengeringan adalah proses terjadinya pindah panas dari alat pengering dan difusi air (pindah massa) dari bahan yang dikeringkan. Pindah panas air tersebut memerlukan perubahan fase air dari cair menjadi uap, sehingga proses perubahan tersebut memerlukan panas laten. Menurut Estiasih (2009), perubahan fase air pada proses pengeringan atau pindah panas dapat dicapai dengan beberapa metode berikut :

a. Konduksi, ialah proses perpindahan kalor melalui zat perantara tanpa diikuti perpindahan bagian-bagian yang dilaluinya. Cara konduksi merupakan proses pengeringan dengan cara kontak langsung dengan plat panas.
b. Konveksi, ialah proses perpindahan panas melalui zat penghantar diikuti dengan perpindahan bagian-bagian zat yang dilaluinya. Konveksi terjadi karena adanya perbedaan berat jenis, benda yang dipanaskan memiliki massa jenis yang ringan dibanding dengan benda yang tidak dipanaskan. Cara konduksi merupakan proses pengeringan dengan metode gesekan atau tidak kontak langsung dengan pemanas.

c. Radiasi, adalah proses perpindahan panas tanpa menggunakan zat perantara atau lebih dikenal gelombang inframerah. Metode radiasi, perpindahan panas terjadi pada ruang hampa atau gas dengan adanya gelombang elektromagnet atau cahaya. Perpindahan panas secara radiasi akan terjadi dari bahan ke bahan lain dengan cara yang sama seperti perpindahan cahaya.

2.4.2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pengeringan

Proses pengeringan diperoleh dengan cara penguapan air yaitu dengan menurunkan kelembaban (RH) udara dengan mengalirkan udara panas disekeliling bahan, sehingga tekanan uap air bahan akan lebih besar daripada tekanan uap air di udara. Perbedaan tekanan inilah yang menyebabkan terjadinya aliran uap air dari bahan ke udara

Kecepatan pengeringan maksimum dipengaruhi oleh percepatan pindah panas dan pindah massa selama proses pengeringan. Faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan pindah panas dan massa tersebut adalah sebagai berikut (Estiasih, dkk., 2009) :

1. Luas permukaan

   Pada pengeringan umumnya, bahan pangan yang akan dikeringkan mengalami pengecilan ukuran, baik dengan cara diiris, dipotong, atau digiling. Proses pengecilan ukuran akan mempercepat proses pengeringan. Hal ini disebabkan pengecilan ukuran akan memperluas permukaan bahan, air lebih mudah berdifusi, dan menyebabkan penurunan jarak yang harus ditempuh oleh panas.

2. Suhu

   Semakin besar perbedaan suhu antara medium pemanas dengan bahan pangan semakin cepat pindah panas ke bahan pangan dan semakin cepat pula penguapan air dari bahan pangan. Apabila udara merupakan medium pemanas, maka faktor kecapatan pergerakan udara harus diperhatikan. Pada proses pengeringan, air dikeluarkan dari bahan pangan dapat berupa uap air. Uap air tersebut harus segera dikeluarkan dari atmosfer di sekitar bahan pangan yang dikeringkan. Jika tidak segera keluar, udara di sekitar bahan pangan akan menjadi jenuh oleh uap air sehingga memperlambat penguapan air dari bahan pangan yang memperlambat proses pengeringan.

3. Kecepatan pergerakan udara

   Semakin cepat pergerakan atau sirkulasi udara maka proses pengeringan akan semakin cepat. Prinsip ini menyebabkan beberapa proses pengeringan menggunkaan sirkulasi udara atau udara yang bergerak seperti pengering kabinet, *tunnel dryer*, pengering semprot, dan lain-lain.

4. Kelembaban udara (RH)

   Semakin kering udara (kelembaban semakin rendah) maka kecepatan pengeringan semakin tinggi. Kelembaban udara akan menentukan kadar air akhir bahan pangan setelah dikeringkan. Proses penyerapan akan terhenti sampai kesetimbangan kelembaban nisbi bahan pangan tercapai. Kesetimbangan nisbi bahan pangan adalah kelembaban pada suhu tertentu di mana tidak terjadi penguapan air dari bahan pangan ke udara dan tidak terjadi penyerapan uap air dari udara oleh bahan pangan.

5. Tekanan atmosfer

   Pengeringan pada kondisi vakum menyebabkan pengeringan lebih cepat atau suhu yang digunakan untuk suhu pengeringan dapat lebih rendah. Suhu rendah dan kecepatan pengeringan yang tinggi diperlukan untuk mengeringkan bahan pangan yang peka terhadap panas.

6. Penguapan air

   Penguapan atau evaporasi merupakan penghilangan air dari bahan pangan yang dikeringkan sampai diperoleh produk kering yang stabil. Penguapan yang terjadi selama proses pengeringan tidak menghilangkan semua air yang terdapat dalam bahan pangan.

7. Lama pengeringan

   Pengeringan dengan suhu tinggi dalam waktu yang pendek dapat lebih menekan kerusakan bahan pangan dibandingkan waktu pengeringan yang lebih lama dan suhu lebih pendek.

2.4.3. Macam Pengeringan

Jenis pengering yang sesuai untuk suatu produk pangan ditentukan oleh kualitas produk akhir yang diinginkan, sifat bahan yang dikeringkan, serta biaya

produksi atau pertimbangan ekonominya dan oleh sebab itu pemilihan jenis pengering harus tepat. Berbagai jenis dan cara dapat dilakukan untuk menghasilkan produk kering suatu bahan, produk kering mempunyai daya simpan yang cukup lama. Tujuan pengeringan dilakukan yaitu untuk mengurangi kadar air yang terkandung dalam bahan, jenis pengeringan dibedakan menjadi dua yaitu pengering buatan dan pengering alami. Pengeringan buatan yaitu pengeringan yang metode dan proses pelaksanaannya mudah dikontrol serta meminimkan kontaminasi produk bahan pangan, sedangkan pengeringan alami yaitu pengeringan yang memanfaatkan energi alam yang ada disekitar serta rentan terkena bakteri dan mudah kontaminasi pada bahan (Muchamad, 2016).

2.4.3.1. Pengeringan Alami

Pengeringan alami yang memanfaatkan energi alam seperti sinar matahari dan kecepatan angin yang berhembus sehingga terjadi proses pengeringan bahan. Pengering ini dapat dilakukan dengan cara penjemuran atau menaruh bahan dibawah sinar matahari secara langsung. Penjemuran merupakan proses pengeringan yang sangat sederhana sebab sinar matahari tersedia dan sangat murah karena tidak memerlukan peralatan khusus. Pengering alami ini dapat dilakukan dengan mudah pada daerah tropis, tetapi akan bermasalah saat musim hujan sebab bahan akan turun kualitasnya karena pengeringan terhambat. (Muchamad, 2016).

2.4.3.2. Pengeringan Buatan

Menurut Muchamad (2016) Pengering buatan yang merupakan suatu teknologi yang didesain dengan kombinasi beberapa alat seperti heater (penghasil panas energi listrik), kipas (penghembus udara), termometer serta ruangan. Jenis pengering tersebut diantaranya :

1. Pengeringan Matahari (*Solar Drying*)

Metode pengeringan ini tetap menggunakan energi matahari, tetapi tidak secara langsung. Solar drying merupakan pengeringan yang menggunakan kombinasi antara energi panas matahari dengan komponen atau alat pengumpul panas yang kemudian disalurkan ke ruang pengering yang berisi produk bahan pangan. Komponen pengumpul panas ini disebut solar collector dan biasanya

untuk mempercepat pengeringan bahan diletakkan dalam sebuah wadah (tray) yang tersusun dalam ruang pengering.

2. Pengeringan Udara Panas (*Hot Air Drying*)

Metode ini menggunakan udara panas yang dihembuskan ke bagian ruang pengering. Peralatan pengering udara panas tersusun dari pembakar gas yang menghasilkan udara panas, kemudian udara panas dialirkan melalui celah yang sudah disediakan serta bahan pangan yang dikeringkan diletakkan dalam susunan rak pengering.

3. Pengeringan Kabinet (*Cabinet Drying*)

Tray Dryer (Cabinet Dryer) merupakan salah satu alat pengeringan yang tersusun dari beberapa buah tray di dalam satu rak. Tray dryer sangat besar manfaatnya bila produksinya kecil, karena bahan yang akan dikeringkan berkontak langsung dengan udara panas. Namun alat ini membutuhkan tenaga kerja dalam proses produksinya, biaya operasi yang agak mahal, sehingga alat ini sering digunakan pada pengeringan bahan – bahan yang bernilai tinggi.

Tray dryer termasuk kedalam system pengering konveksi menggunakan aliran udara panas untuk mengeringkan produk. Proses pengeringan terjadi saat aliran udara panas ini bersinggungan langsung dengan permukaan produk yang akan dikeringkan. Produk ditempatkan pada setiap rak yang tersusun sedemikan rupa agar dapat dikeringkan degan sempurna. Udara panas sebagai fluida kerja bagi model ini diperoleh dari pembakaran bahan bakar, panas matahari atau listrik. Kelembaban relative udara yang mana sebagi factor pembatas kemampuan udara menguapkan air dari produk sangat diperhatikan dengan mengatur pemasukan dan pengeluaran udara ked an dari alat pengering ini melalui sebuah alat pengalir.

Penggunaannya cocok untuk bahan yang berbentuk padat dan butiran, dan sering digunakan untuk produk yang jumlahnya tidak terlalu besar. Waktu pengeringan yang dibutuhkan (1-6 jam) tergantung dari dimensi alat yang digunakan dan banyaknya bahan yang dikeringkan, sumber panas dapat berasal dari steam boiler.

Pada tray dryer, yang juga disebut rak, ruang atau pengering kompertement, bahan dapat berupa padatan kental atau padatan pasta,

disebarkan merata pada tray logam yang dapat dipindahkan di dalam ruang (cabinet). Uap panas disirkulasi melewati permukaan tray secara sejajar, panas listrik juga digunakan khususnya untuk menurunkan muatan panassekitar 10-20 % udara yang melewati atas tray adalah udara murni, sisanya menjadi udara sirkulasi. Setelah pengeringan, ruang atau kabinet dibuka dan tray diganti denganpengering tumbak (batch) tray. Modifikasi tipe ini adalah tipe tray truck yang ditolak ke dalam pengering. Pada kasus bahan granular (butiran), bahan bisa dimasukkan dalam kawat pada bagian bawah tiap-tiap tray, kemudian melalui sirkulasi pengering, uap panas melewati bed permeabel memberikan waktu pengeringan yang lebih singkat disebabkan oleh luas permukaan yang lebihbesar kena udara.



Gambar 3. Mesin *Cabinet Dryer*

4. Pengering Rumah Kaca

Pengering rumah kaca pada prinsipnya adalah ruang tertutup oleh dinding atau atap transparan (bening) sehingga sinar matahari dapat masuk kedalam ruangan. Udara panas dalam ruangan ditangkap sehingga suhu dalam lebih panas dibanding dengan suhu diluar ruangan. Suhu yang tinggi tersebut yang dimanfaatkan untuk mempercepat proses penguapan air dari produk bahan pangan. Dalam ruang pengering tidak ada pergerakan udara sehingga mengurangi kecepatan pengeringan ikan. Namun untuk keseluruhan alat jenis ini mampu mengeringkan lebih cepat daripada mengeringkan di tempat terbuka. Uap air dilepaskan keluar melalui celah-celah sambungan dinding. Pengeringan jenis ini

memberikan bantuan peningkatan mutu dalam jumlah besar seperti peningkatan kehiegenisan produk.

5. Pengering Terowongan

Alat ini digunakan untuk pengeringan bahan dengan bentuk dan ukuran yang seragam. Biasanya bahan yang dikeringkan berbentuk butiran, sayatan/ irisan dan bentuk padatan lainnya. Selanjutnya bahan yang akan dikeringkan ditebarkan dengan tebal lapisan tertentu diatas baki atau anyaman kayu ataupun lempengan logam. Baki yang sudah ada tebaran bahan kemudian ditumpuk diatas sebuah rak/lori/truk. Jarak antara baki diatur sehingga memungkinkan udara panas dengan bebas dapat melewati tiap baki, sehingga pengeringan dapat seragam.

2.4.4. Laju Pengeringan

Laju pengeringan didefinisikan sebagai jumlah kadar air yang dikeluarkan dari bahan yang dikeringkan dalam unit waktu per unit permukaan pengeringan. Penghitungan dilakukan dari penurunan kadar air terhadap waktu (Carrin dan Crapiste 2009). Laju pengeringan secara normal ditentukan dengan melewatkan udara yang dipanaskan melalui suatu lapisan tunggal dari bahan dan mengukur perubahan kadar air dan waktu hingga tercapai kondisi kesetimbangan. Kurva pengeringan dibuat dengan mem-plot kadar air dan waktu, digunakan untuk menggambarkan kehilangan air (atau perilaku pengeringan) bahan selama proses pengeringan.

Dalam suatu proses pengeringan, dikenal adanya suatu laju pengeringan yang dibedakan menjadi dua tahap utama, yaitu laju pengeringan konstan dan laju pengeringan menurun. Laju pengeringan konstan terjadi pada lapisan air bebas yang terdapat pada permukaan bahan. Laju pengeringan ini terjadi sangat singkat selama proses pengeringan berlangsung, kecepatan penguapan air pada tahap ini dapat disamakan dengan kecepatan penguapan air bebas (Nurba, 2010). Besarnya laju pengeringan ini tergantung dari lapisan yang terbuka, perbedaan kelembaban antara aliran udara dan daerah basah, koefisien pindah massa, dan kecepatan aliran udara pengering. Selama periode awal pengeringan, laju pengeringan ditinjau dari tiga parameter pengeringan eksternal yaitu kecepatan udara, suhu udara dan kelembaban udara. Jika kondisi lingkungan konstan, maka laju pengeringan akan konstan..

Sedangkan laju pengeringan menurun dimulai ketika kadar air telah mencapai titik kritis. Pada titik ini jumlah kadar air bahan di permukaan mulai menurun. Tekanan uap air di sekitar permukaan bahan juga mulai menurun dan mengakibatkan laju pengeringan yang menurun (Carrin dan Crapiste 2009). Proses pengeringan dengan laju menurun sangat tergantung pada sifat-sifat alami bahan yang dikeringkan. Laju perpindahan massa selama proses ini dikendalikan oleh perpindahan internal bahan. Periode laju pengeringan menurun meliputi 2 proses yaitu perpindahan air dari dalam bahan ke permukaan dan perpindahan uap air dari permukaan ke udara sekitar. Kadar air kritis (*critical moisture content*) menjadi batas antara laju pengeringan konstan dan laju pengeringan menurun. Kadar air kritis adalah kadar air terendah pada saat kecepatan aliran air bebas dari dalam bahan ke permukaan sama dengan kecepatan pengambilan uap air maksimum dari bahan (Hani, 2012).

Perhitungan laju pengeringan membutuhkan data hasil pengukuran kadar air awal, kadar air akhir, dan selang waktu diantaranya. Berdasarkan data-data tersebut, laju pengeringan pada setiap periode waktu dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Yadollahinia, dkk., 2008).

$$DR = \frac{w_t - w_{t+1}}{w_a} \times \frac{1}{t_2 - t_1}$$

Dimana w_t merupakan berat awal bahan, w_{t+1} merupakan berat bahan pada waktu (t, jam) dan w_a merupakan berat bahan saat konstan serta t_1 dan t_2 merupakan perubahan waktu setiap jam. Laju penguapan air adalah banyaknya air yang diuapkan setiap satuan waktu atau penurunan kadar air bahan dalam satuan waktu (Yadollahinia, dkk., 2008).

III. METODOLOGI

3.1 Waktu dan Tempat

Waktu penelitian dilakukan pada bulan februari sampai maret 2018, dimana penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pengujian Mutu dan Workshop Agroindustri, Politeknik Pertanian Negeri Pangkep, Sulawesi Selatan.

3.2 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat untuk pembuatan mocaf, alat untuk analisis karakteristik fisik dan kadar air mocaf. Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan mocaf adalah neraca analog dan digital, baskom, mesin pemotong, mesin pengering, mesin spinner, sendok, gelas ukur, cawan petri dengan penutup, oven. Adapun bahan yang digunakan dalam pembuatan mocaf ini yaitu, Ubi kayu (singkong), Starter mocaf, air dan garam.

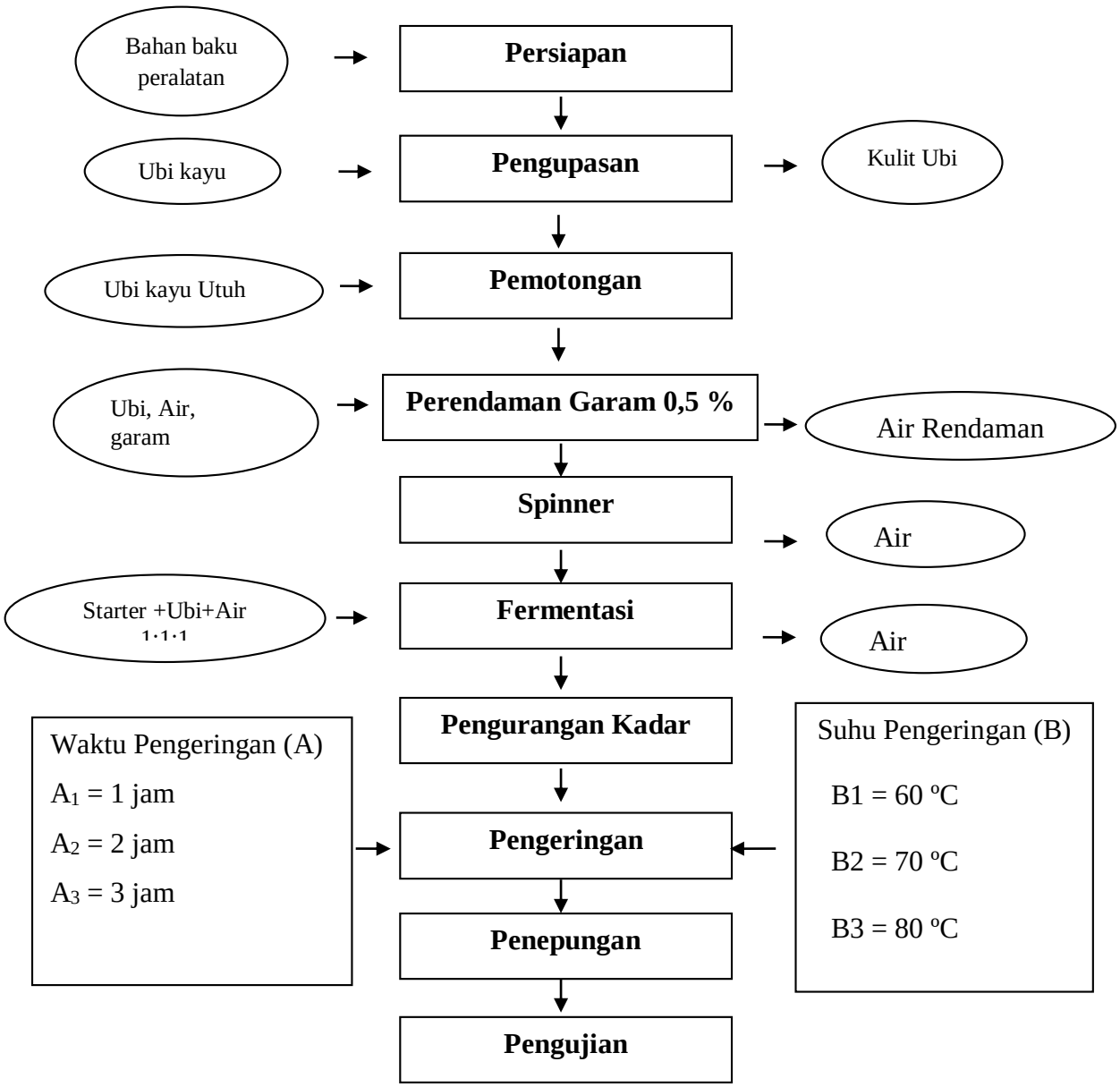
3.3 Prosedur Penelitian

Pada penelitian pembuatan tepung mocaf yang difermentasikan oleh starter bakteri ini dilakukan dengan dua tahapan yaitu dengan membuat tepung mocaf dengan starter yang ada lalu melakukan pengujian terhadap tepung yang telah dihasilkan. Adapun cara pembuatan tepung mocaf seperti dibawah ini.

1. Siapkan peralatan dan bahan yang diperlukan dalam penelitian ini.
2. Kemudian timbang singkong 3 kilogram lalu kupas kulitnya dan timbang.
3. Cuci bersih singkong yang telah ditimbang kemudian masukkan kedalam mesin pemotong lalu potong dengan ukuran 1 mm atau 2 mm.
4. Kemudian timbang kembali lalu cuci kembali dengan air bersih lalu rendam pada larutan garam 0,5% selama 10 menit. untuk mengurangi kadar HCN pada singkong kemudian timbang kembali.
5. Dan bersihkan lalu masukkan kedalam mesin spinner lalu fermentasi dengan menggunakan starter mocaf dengan acuan untuk 1 kg ubi menggunakan 1 m^3 air dan 1 gram starter mocaf.
6. Setelah proses fermentasi selesai selanjutnya dilakukan penimbangan kemudian pencucian kembali lalu dilakukan pengurangan kadar air pada mesin spinner dan ukur suhu pada tumpukan ubi yang akan dikeringkan dan timbang kembali.

7. Setelah itu masukkan kedalam mesin pengering dan ambil sampel pertama untuk diukur kadar air nya. Dan lakukan pengeringan berdasarkan lama dan suhu perlakuan yang diinginkan. Lalu ukur kadar air pada sampel setiap 1 jam berdasarkan cara ukur kadar air yang tercantum pada SNI mocaf
8. Setelah itu masukkan kedalam mesin penepung. Setelah menjadi tepung lakukan pengayakan dan hitung tingkat kehalusan berdasarkan penimbangan tepung sebelum dan sesudah pengayakan.

Proses pembuatan atau diagram alir mocaf dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 4. Diagram alir pembuatan tepung mocaf.

3.4 Rancangan Penelitian

Perlakuan dalam penelitian ini yaitu mengacu berdasarkan lamanya waktu pengeringan dan besar suhu pengeringan. Dan berikut merupakan faktor perlakuannya terdiri dari masing-masing 3 taraf yaitu :

Waktu Pengeringan	Suhu Pengeringan
A_1 = 1 jam	B_1 = 60 ºC
A_2 = 2 jam	B_2 = 70 ºC
A_3 = 3 jam	B_3 = 80 ºC

Tabel 5. Perlakuan Tepung Mocaf

T/t	A1	A2	A3
B1	A1B1	A2B1	A3B1
B2	A1B2	A2B2	A3B2
B3	A1B3	A2B3	A3B3

3.5. Parameter Pengamatan

Variabel pengamatan yang dilakukan terhadap penelitian pembuatan tepung mocaf meliputi uji karakteristik fisik yaitu uji kehalusan dan uji derajat putih serta dilakukan uji kadar air pada bahan setiap satu jam pengeringan untuk mengetahui laju pengeringan yang terjadi selama proses pembuatan tepung mocaf. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan prosedur kerja yang telah tercantum pada SNI 7622-2011.

3.5.1. Uji Kehalusan

Pengukuran derajat kehalusan contoh uji dengan menggunakan ayakan ukuran 100 mesh dan 80 mesh.

Peralatan :

a) Ayakan dan piring/penampung dengan ukuran 100 mesh dan 80 mesh;

b) Neraca analitik terkalibrasi dengan ketelitian 0,1 mg.

Prosedur Kerja :

a) timbang (50 ± 0,1) g contoh uji ke dalam ayakan dan goyangkan selama 10 menit sampai tidak ada lagi bagian yang dapat keluar dari lubang ayakan (W1).

b) timbang bagian yang tertinggal dalam ayakan (W2).

Perhitungan :

Kehalusan (%) = $100 - \frac{W2}{w1}\ x\ 100$

Keteranga :

W1 = Bobot contoh, dinyatakan dalam gram (g) ; dan

W2 = Bobot yang tertinggal dalam ayakan, dinyatakan dalam gram (g).

3.5.2. Kadar Air

Kadar air dihitung berdasarkan bobot yang hilang selama pemanasan dalam oven pada suhu (130 ± 3) ° C.

Peralatan :

a) Oven terkalibrasi dengan ketelitian 1 º C;

b) Neraca analitik terkalibrasi dengan ketelitian 0,1 mg;

c) desikator yang berisi desikan;

d) cawan dengan penutup.

Cara kerja :

a) panaskan cawan beserta tutupnya dalam oven pada suhu (130 ± 3) º C selama kurang lebih satu jam dan dinginkan dalam desikator selama 20 menit sampai dengan 30 menit, kemudian timbang dengan neraca analitik (cawan dan tutupnya) (W0);

b) masukkan 2 g contoh kedalam cawan, tutup dan timbang (W1);

c) panaskan cawan yang berisi contoh tersebut dalam keadaan terbuka dengan meletakkan tutup cawan disamping cawan, didalam oven pada suhu (130 ± 3) ºC selama 1 (satu) jam setelah suhu oven (130 ± 3) º C

d) tutup cawan ketika masih didalam oven, pindahkan segera ke dalam desikator dan dinginkan selama 20 menit sampai dengan 30 menit sehingga suhunya sama dengan suhu ruang kemudian timbang (W2);

e) lakukan pekerjaan duplo; dan

f) hitung kadar air dalam contoh.

Perhitungan :

Kadar air (%) = $\frac{W1-W2}{W1-W0} x\ 100\ \%$

Keterangan :

W0 = Bobot cawan kosong dan tutupnya, dinyatakan dalam gram (g);

W1 = Bobot cawan, tutupnya dan contoh sebelum dikeringkan, dinyataka dalam gram (g);

W2 = Bobot cawan, tutupnya dan contoh setelah dikeringkan,dinyatakan dalam gram (g)