

**PENGARUH LAMA FERMENTASI DAN KONSENTRASI
Ca(OH)₂ UNTUK PERENDAMAN TERHADAP
KARAKTERISTIK TEPUNG MOCAF (*Modified Cassava Flour*)
VARIETAS SINGKONG PAHIT (PANDEMIR L-2)**

Skripsi



Oleh :

SANDRA KURNIAWAN

H 0606028

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

2010

**PENGARUH LAMA FERMENTASI DAN KONSENTRASI
Ca(OH)₂ UNTUK PERENDAMAN TERHADAP
KARAKTERISTIK TEPUNG MOCAF (*Modified Cassava Flour*)
VARIETAS SINGKONG PAHIT (PANDEMIR L-2)**

Skripsi

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan
guna memperoleh derajat Sarjana Teknologi Pertanian
di Fakultas Pertanian
Universitas Sebelas Maret**

Jurusan/Program Studi Teknologi Hasil Pertanian



Oleh :

SANDRA KURNIAWAN

H 0606028

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

2010

**PENGARUH LAMA FERMENTASI DAN KONSENTRASI Ca(OH)_2
UNTUK PERENDAMAN TERHADAP KARAKTERISTIK
TEPUNG MOCAF (*Modified Cassava Flour*)
VARIETAS SINGKONG PAHIT (PANDEMIR L-2)**

yang dipersiapkan dan disusun oleh

Sandra Kurniawan

H 0606063

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Pada tanggal: **15 Juni 2010**

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

Ketua

Anggota I

Anggota II

Ir. Bambang Sigit Amanto, M.Si.

NIP. 19640714 199103 1 002

Rohula Utami S.TP, MP.

NIP. 19810306 200801 2 008

Ir. Kawiji, MP

NIP.19611214 198601 1 001

Surakarta, Juni 2010

Mengetahui

Universitas Sebelas Maret

Fakultas Pertanian

Dekan

Prof. Dr. Ir. H. Suntoro, MS

NIP. 19551217 198203 1 003

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya, sehingga skripsi yang berjudul **“Pengaruh Lama Fermentasi dan Konsentrasi Ca(OH)_2 Untuk Perendaman Terhadap Karakteristik Tepung Mocaf (*Modified Cassava Flour*) Varietas Singkong Pahit (Pandemir L-2)”** dapat terselesaikan. Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi oleh mahasiswa untuk mencapai gelar Sarjana Stratum Satu (S-1) pada program studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, untuk itu tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. H. Suntoro, MS. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta
2. Ir. Kawiji, MP selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian dan selaku Dosen Penguji yang telah memberikan masukan dan saran pada skripsi ini
3. Ir. Basito, MSi. selaku Pembimbing Akademik yang telah memberi arahan selama menempuh kuliah di Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta.
4. Ir. Bambang Sigit Amanto, Msi selaku Pembimbing Utama. Terima kasih atas waktu dan bimbingan dari awal hingga akhir penyusunan skripsi, serta yang selalu sabar memberikan nasehat dan masukan kepada penulis.
5. Ibu Rohula Utami S.TP, MP selaku Pembimbing Pendamping Skripsi. Terima kasih atas bimbingan, arahan, saran yang berharga sehingga terselesaikannya skripsi ini.
6. Bapak dan Ibu Dosen serta seluruh staff Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta atas ilmu yang telah diberikan dan bantuannya selama masa perkuliahan penulis.
7. Keluarga tercinta BAPAK, IBU, dan ADIKQ AHMAD tersayang, yang tak pernah berhenti berdoa memberikan dukungan dukungannya baik material maupun spiritual, hingga terselesainya penulisan ini.

8. SimbahQ, pakde2 dan budhe2Q. Terima kasih atas segala doa, Semua keluarga besar yang senantiasa memberikan nasehat, doa, bantuan serta dukungan kepada penulis. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat dan kasih sayang-Nya bagi keluarga kita
9. Pak Giyo, Pak Joko, Pak Slameta, terima kasih banyak atas segala bantuannya, maaf saya selalu merepotkan.
10. Teman-teman yang sudah membantu selama penelitian dan teman-teman angkatan 2006 terimakasih atas semua bantuannya.
11. Semua pihak yang telah membantu kelancaran penyusunan skripsi ini dan memberi dukungan, doa serta semangat bagi penulis.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis menyadari masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak untuk lebih menyempurnakan isi dari skripsi ini sehingga dapat lebih berguna dan membantu bagi pihak-pihak yang memerlukannya.

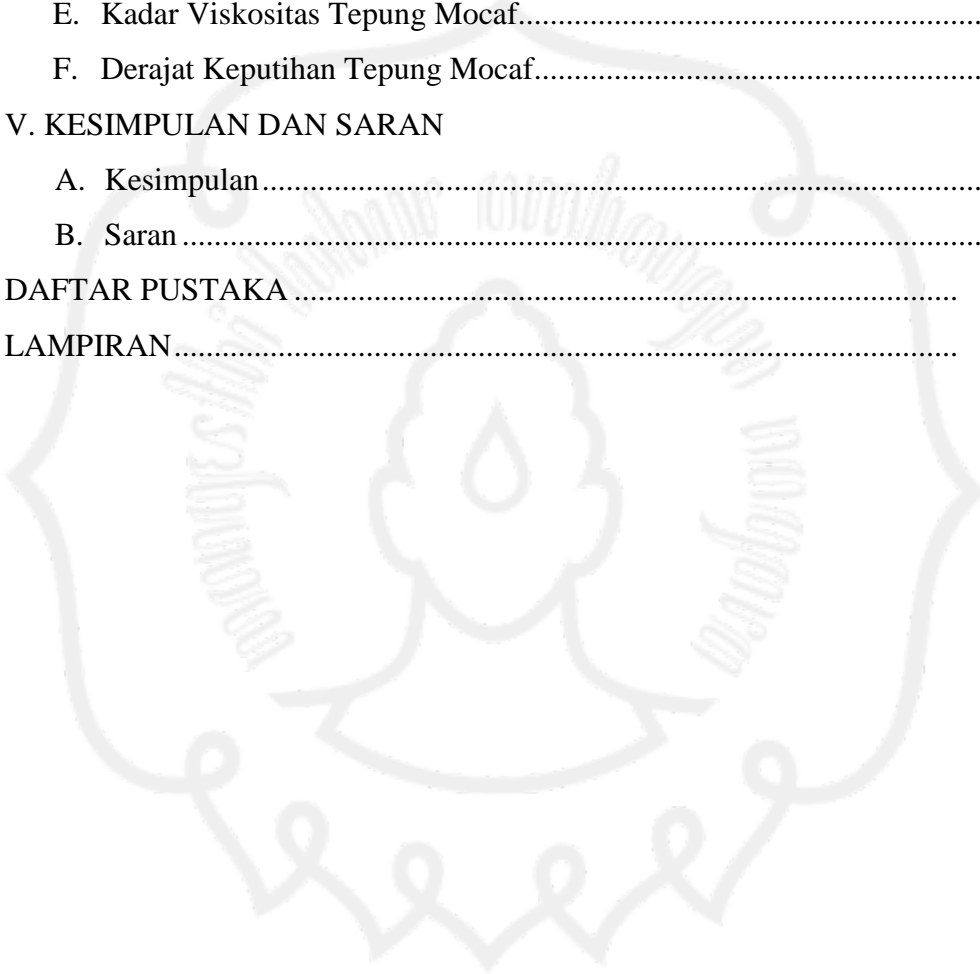
Surakarta, Juni 2010

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
RINGKASAN	x
SUMMARY	xi
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Perumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	4
II. LANDASAN TEORI	5
A. Tinjauan Pustaka	5
1. Ubi Kayu	6
2. Tepung Mocaf	8
3. HCN	15
4. Fermentasi	18
5. Bakteri Asam Laktat.....	25
6. Calsium Hidroksida (Ca(OH) ₂)	26
B. Kerangka Berpikir	37
C. Hipotesis	38
III. METODE PENELITIAN.....	39
A. Tempat dan Waktu Penelitian	39
B. Bahan dan Alat	41
C. Tahapan Penelitian	45
D. Metode Analisa.....	50

E. Rancangan Percobaan dan Analisis Data	51
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	52
A. Kadar Air Tepung Mocaf	52
B. Kadar Asam Tepung Mocaf	54
C. Kadar Protein Tepung Mocaf	55
D. Kadar HCN Tepung Mocaf	57
E. Kadar Viskositas Tepung Mocaf	59
F. Derajat Keputihan Tepung Mocaf	59
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	75
B. Saran	75
DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN	80



DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Karakteristik Varietas Unggul Ubi Kayu.....	7
Tabel 2.2	Komposisi Ubi Kayu segar tiap 100 gram bahan	11
Tabel 2.3	Komposisi Kimia Tepung Mocaf dengan Tepung Singkong....	11
Tabel 2.4	Perbedaan Sifat Fisik Tepung Mocaf &Tepung Singkong	12
Tabel 2.5	Karakteristik Ubi Kayu Varietas Pandemir (L2)	12
Tabel 3.1	Komposisi Formulasi Cookies	42
Tabel 3.2	Metode Analisis	45
Tabel 4.1	Kadar Air Tepung Mocaf.....	52
Tabel 4.2	Kadar Asam Tepung Mocaf.....	54
Tabel 4.3	Kadar Protein Tepung Mocaf.....	55
Tabel 4.4	Kadar HCN Tepung Mocaf.....	57
Tabel 4.5	Kadar Viskositas Tepung Mocaf.....	58
Tabel 4.6	Derajat Keputihan Tepung Mocaf.....	59

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Katabolisme Linamarin pada Ubi Kayu.....	37
Gambar 2.2	Pembentukan Hidrogen Sianida dari Linamarin.....	41
Gambar 2.3	Kerangka Berfikir	44
Gambar 3.2	Diagram Alir Pembuatan Tepung Mocaf.....	69
Gambar 4.1	Grafik Kadar air (%) Tepung Mocaf.....	70
Gambar 4.2	Grafik Kadar Asam (%) Tepung Mocaf	70
Gambar 4.3	Grafik Kadar Protein (%) Tepung Mocaf	70
Gambar 4.4	Grafik Kadar HCN (%) Tepung Mocaf	70
Gambar 4.5	Grafik Kadar Viskositas (%) Tepung Mocaf	70
Gambar 4.6	Grafik Derajat Keputihan (%) Tepung Mocaf	70

**PENGARUH LAMA FERMENTASI DAN KONSENTRASI $\text{Ca}(\text{OH})_2$
UNTUK PERENDAMAN TERHADAP KARAKTERISTIK
TEPUNG MOCAF (*Modified Cassava Flour*)
VARIETAS SINGKONG PAHIT (PANDEMIR L-2)**

**SANDRA KURNIAWAN
H 0606028**

RINGKASAN

Karena ubi kayu pahit mengandung HCN cukup tinggi (>100 ppm). Proses pengupasan dan pencucian belum cukup untuk menghilangkan seluruh racun HCN pada ubi kayu. Oleh karena itu perlu upaya untuk menghilangkan HCN pada ubi kayu pahit agar dapat lebih dimanfaatkan. Salah satu upaya tersebut dengan mengolah ubi kayu pahit menjadi tepung mocaf.

Tepung mocaf adalah tepung ubi kayu yang dibuat dengan menggunakan prinsip modifikasi sel ubi kayu secara fermentasi. Proses fermentasi ubi kayu menghasilkan tepung dengan karakteristik berbau netral (cenderung harum), tekstur lembut, warna lebih putih. Selain itu, tepung ubi kayu yang difermentasi juga mempunyai kelebihan daripada tepung ubi kayu biasa, yaitu daya cerna, viskositas, kemampuan gelasi, daya rehidrasi dan kemudahan melarut, kemampuan mengikat air, HCN lebih rendah, aplikasi luas, dispersi ke produk pangan lebih mudah dan mudah membentuk 3 dimensi antar komponen sehingga konsistensi produk menjadi lebih baik.

Tujuan penelitian ini adalah Mengetahui pengaruh penambahan Calcium Hidroksida $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan lama fermentasi terhadap karakteristik kimia (kadar air, kadar asam, protein, HCN, viskositas) dan karakteristik fisik (Derajat keputihan) pada tepung Mocaf yang dihasilkan dari ubi kayu pahit. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktor yaitu variasi $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (0%,5%,10%,15%) dan lama fermentasi (0 jam, 24 jam, 48 jam, 72 jam). Data hasil penelitian dianalisa dengan menggunakan ANOVA pada tingkat $\alpha = 5\%$ serta dilanjutkan dengan DMRT pada tingkat α yang sama.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi $\text{Ca}(\text{OH})_2$ semakin rendah Total asam, kadar protein, kadar HCN dan semakin tinggi kadar air, kadar viskositas, derajat keputihan tepung mocaf. Semakin lama fermentasi semakin tinggi kadar air, total asam, intensitas derajat keputihan, dan semakin rendah kadar HCN dan kadar protein dari tepung mocaf.

Kata kunci: $\text{Ca}(\text{OH})_2$, HCN, lama fermentasi, MOCAF (Modified Cassava flour)

**THE EFFECT OF FERMENTATION DURATION AND $\text{Ca}(\text{OH})_2$
CONCENTRATION FOR SUBMERSION ON THE CHARACTERISTICS
of MOCAF (Modified Cassava Flour) IN THE BITTER CASSAVA
(PANDERMIL L-2) VARIETY**

**SANDRA KURNIAWAN
H 0606028**

SUMMARY

Because of its high HCN content (>100 ppm). Because of that needed a technology to remove HCN. One of technology that could remove HCN is by processing bitter cassava into mocaf. Mocaf is cassava flour that made by the principle of modifying the cassava cell using fermentation method. The fermentation process of cassava results flour with neutral (tend to be aromatic) smell characteristic, soft texture, and whiter color. In addition, the fermented cassava flour also have advantage over the ordinary cassava flour including digestibility, viscosity, gelation ability, rehydration power and solvability, capability of binding water, lower HCN, wide application, easier dispersion to the food product and easily forming 3 dimension between the components so that the product consistency become better.

The objectives of research is to find out the effect of Calcium Hydroxide $\text{Ca}(\text{OH})_2$ and fermentation duration on the chemical (water, acid, protein, HCN levels and viscosity) and physical (whiteness degree) characteristics of bitter cassava Mocaf. The experimental design employed was a Completely Random Design (CRD) with two factors: $\text{Ca}(\text{OH})_2$ concentration variation (0%, 5%, 10%, 15%) and fermentation duration (0 hour, 24 hours, 48 hours, 72 hours). The data of research was analyzed using ANOVA at significance level $\alpha = 5\%$ as well as followed by DMRT at the same α .

The result of research shows that higher concentration of $\text{Ca}(\text{OH})_2$, lower total acid, protein and HCN content and higher water content, viscosity levels and whiteness degree of. Longer fermentation duration, higher water content, total acid levels, whiteness degree intensity, and lower HCN content and protein levels of mocaf.

Keywords: $\text{Ca}(\text{OH})_2$, fermentation duration, HCN, MOCAF (Modified Cassava Flour).

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Indonesia memiliki potensi umbi-umbian sebagai sumber karbohidrat sekaligus bahan baku tepung lokal yang tidak kalah dengan terigu, yaitu ganyong, gembili, ubi jalar, garut, ubi kayu (singkong) dan lain sebagainya (Subagyo, 2006). Sampai saat ini pemanfaatan ubi kayu di Indonesia masih sangat terbatas. Ubikayu pada umumnya ditanam secara serentak pada awal musim hujan di lahan kering atau tadah hujan. Oleh karena itu waktu panen juga serentak yaitu bulan Juli sampai bulan September. Akibatnya terjadi *over produksi* yang berulang setiap tahun sehingga harga ubi kayu menjadi sangat rendah pada waktu panen raya. Rendahnya harga ubi kayu juga dipengaruhi oleh sifat ubikayu segar yang mudah rusak bila tidak segera dilakukan penanganan pasca panen karena kadar air ubi kayu segar yang tinggi, adanya asam sianida (HCN) yang menyebabkan racun, adanya senyawa poliphenol yang menyebabkan pencoklatan, dan masih terbatasnya teknologi pengolahan ubikayu. Teknologi tepung merupakan salah satu proses alternatif produk setengah jadi yang dianjurkan, karena lebih tahan disimpan, mudah dicampur (dibuat komposit), dapat diperkaya zat gizi (difortifikasi), mudah dibentuk, dan lebih cepat dimasak sesuai tuntutan kehidupan modern yang ingin serba praktis.

Teknologi pengolahan ubi kayu pada umumnya masih tradisional yaitu perebusan, penggorengan, pembuatan gaplek, penepungan (tepung kasava, tepung tiwul) dan ekstraksi pati tapioka. Salah satu usaha diversifikasi pengolahan ubi kayu yang saat ini sedang dikembangkan adalah tepung mocaf (*modified cassava flour*). Tepung mocaf adalah tepung ubi kayu yang dibuat dengan menggunakan prinsip modifikasi sel ubi kayu secara fermentasi. Proses fermentasi ubi kayu menghasilkan tepung dengan karakteristik berbau netral (cenderung harum), tekstur lembut, warna lebih putih. Selain itu, tepung ubi kayu yang difermentasi juga mempunyai

kelebihan daripada tepung ubi kayu biasa, yaitu daya cerna, viskositas, kemampuan gelasi, daya rehidrasi dan kemudahan melarut, kemampuan mengikat air, HCN lebih rendah, aplikasi luas, dispersi ke produk pangan lebih mudah dan mudah membentuk 3 dimensi antar komponen sehingga konsistensi produk menjadi lebih baik. Teknologi proses pembuatan tepung ubi kayu fermentasi pertama kali diperkenalkan di Afrika Barat, terutama di Nigeria. Tepung yang dihasilkan digunakan sebagai makanan pokok dan dikenal dengan nama tepung *gari* (Wahyuningsih, 2008).

Namun, dari jenis singkong yang ditanam terdapat jenis singkong yang mengandung senyawa sianida yang dapat menimbulkan keracunan bagi yang mengkonsumsinya. Senyawa sianida terurai menghasilkan asam sianida (HCN), yang dapat menghambat penyerapan oksigen pada system pernafasan sehingga terjadi kekejangan tenggorokan yang kemudian diikuti sesak nafas, hilang kesadaran, bahkan kematian pun dapat terjadi. Dosis mematikan sianida adalah 0,5 - 3,5 mg per kg berat badan. Jenis singkong yang mengandung senyawa sianida umumnya memiliki umbi yang besar (gernuk), umbinya tersusun rapat, tidak bertangkai dan mengandung pati yang lebih banyak .

HCN pada ubi kayu pahit merupakan suatu bahan padat yang besarnya lebih dari 100 ppm. Proses pengupasan dan pencucian ubi kayu tidak menghilangkan seluruh racun HCN. Maka dari itu untuk menghilangkan kandungan HCN pada ubi kayu perlu dilakukan perlakuan-perlakuan khusus antara lain melalui fermentasi dan penambahan Ca(OH)_2 . Hidrogen sianida yang ada pada umbi kayu merupakan asam lemah, yang secara teoritis suatu senyawa yang bersifat asam dapat dinetralkan dengan larutan basa, yang akan membentuk garam dan air (Wiyono, 1981). Dengan adanya penambahan Ca(OH)_2 yang bersifat basa diharapkan dapat menurunkan atau menghilangkan kandungan HCN dalam ubi kayu. Srdangkan menurut Wahyuningsih (1990), dengan adanya fermentasi pada ubi kayu dapat membantu dalam hidrolisis dari gula cyanogenic glucosides dan HCN.

Pemanfaatan ubi kayu pahit sebagai bahan pangan masih sangat terbatas penggunaannya, biasanya hanya digunakan sebagai makanan ternak. Untuk meningkatkan pemanfaatan ubi kayu pahit dapat dilakukan dengan dibuat tepung Mocaf. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh penambahan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan fermentasi terhadap karakteristik kimia Tepung mocaf yang dihasilkan. Ubi kayu yang digunakan adalah jenis ubi kayu varietas Pandemir (L2) dengan lama fermentasi 0 jam, 24 jam, 48 jam, 72 jam dan larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dengan konsentrasi 5%, 10%, 15%. Penelitian ini diharapkan, dapat memberikan informasi ilmiah kepada masyarakat terhadap pemanfaatan ubi kayu pahit menjadi Tepung Mocaf sebagai bahan pangan yang aman untuk dikonsumsi.

B. Perumusan Masalah

Dari uraian di atas maka dapat diambil rumusan masalah yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh fermentasi pada singkong varietas pahit terhadap karakteristik kimia (kadar air, kadar asam, protein, HCN, viskositas) dan karakteristik fisik (keputihan) tepung mocaf?
2. Bagaimana pengaruh $\text{Ca}(\text{OH})_2$ pada singkong varietas pahit terhadap karakteristik kimia (kadar air, kadar asam, protein, HCN, viskositas) dan karakteristik fisik (keputihan) tepung mocaf?

C. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh penambahan Calsium Hidroksida $\text{Ca}(\text{OH})_2$ terhadap karakteristik kimia (kadar air, kadar asam, protein, HCN, viskositas) dan karakteristik fisik (Derajat keputihan) pada tepung Mocaf yang dihasilkan dari ubi kayu pahit.
2. Mengetahui pengaruh lama fermentasi terhadap karakteristik kimia (kadar air, kadar asam, protein, HCN, viskositas) dan karakteristik fisik (Derajat keputihan) pada tepung Mocaf yang dihasilkan dari ubi kayu pahit.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Sebagai informasi ilmiah yang bermanfaat bagi pengembangan dan teknologi dibidang pangan khususnya tentang penggunaan ubi kayu pahit dalam menghasilkan tepung mocaf yang aman untuk dikonsumsi.
2. Ubi kayu pahit dapat diaplikasikan sebagai salah satu alternatif sebagai bahan pembuatan tepung mocal sebagai pengganti tepung terigu.
3. Untuk meningkatkan nilai ekonomi hasil ubi kayu melalui diversifikasi produk, karena selama ini ubi kayu masih dianggap makanan inferior.
4. Penggunaan tepung mocaf diharapkan dapat menurunkan biaya produksi dalam industry bakeri karena tepung mokaf mempunyai karakteristik yang hampir sama dengan terigu.
5. Untuk mengurangi ketergantungan atau pemakaian tepung terigu, yang mana tepung terigu itu sendiri merupakan produk import dari negara luar sehingga akan berdampak pada ifisiensi devisa negara.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Ubi kayu

Ketela pohon umumnya dikenal dengan nama singkong atau ubi kayu merupakan komoditi yang banyak ditanam di Indonesia. Ubi kayu atau singkong (*Manihot utilisima*) mempunyai arti terpenting dibandingkan dengan jeni umbi-umbian yang lain. Ubi kayu berbentuk seperti silinder yang ujungnya mengecil dengan diameter rata-rata 2-5 cm dan panjang sekitar 20-30 cm. Ubi kayu biasanya diperdagangkan dalam bentuk masih berkulit. Umbinya mempunyai kulit terdiri dari 2 lapis yaitu kulit luar dan kulit dalam. Daging umbi berwarna putih atau kuning. Di bagian tengah daging umbi terdapat suatu jaringan yang tersusun atas serat. Antara kulit daging dengan umbi terdapat lapisan kambium. Ubi kayu segar banyak mengandung air dan pati. Pengeringan umbi-umbian sering dilakukan sebagai usaha pengawetan (Muchtadi dan Sugiyono, 1992).

Ubi kayu (*Manihot utilisima*) menghasilkan umbi setelah tanaman berumur 6 bulan. Setelah tanaman berumur 12 bulan dapat menghasilkan umbi basah sampai 30 ton per Ha. Komponen fisik ubi kayu terdiri dari kulit luar dan kulit dalam. Kemudian diikuti oleh daging ubi kayu yang terdiri dari lapisan kambium dan daging umbi. Warna daging umbi ubi kayu putih, kuning atau gading dan umbi tersebut ada yang manis dan pahit. Jenis tanaman ini kaya akan karbohidrat dan merupakan makanan utama didaerah tandus di Indonesia (Rizal dan Anies, 1988).

Klasifikasi tanaman ubi kayu adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae atau Tumbuh-tumbuhan
Divisi : Spermatophyta atau tumbuhan berbiji
Sub divisi : Angiospermae atau berbiji tertutup
Kelas : Dicotyledoneae atau biji berkeping dua
Ordo : Euphorbiales
Famili : Euphorbiaceae
Genus : *Manihot*
Spesies : *Manihot utilissima* ; *Manihot glassiovi* ; *Manihot esculenta*
(Rukmana, 1997).

Umbi-umbian merupakan sumber karbohidrat yang mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai bahan pangan pengganti beras/bahan baku industri pangan maupun industri non pangan. Tanaman umbi-umbian umumnya ditanam dilahan kering sebagai tanaman sela. Khususnya ubi kayu dan ubi jalar telah di budidayakan dalam skala luas. Di Indonesia luas panen ubi kayu pada tahun 1999 mencapai 1,34 juta hektar dan ubi jalar mencapai 0,167 juta hektar. Sedangkan produksi ubi kayu dan ubi jalar masing-masing sebesar 16,3 juta ton dan 1,067 juta ton (Suismono, 2001).

Secara umum singkong dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu singkong manis yang tidak beracun dan singkong pahit yang beracun. Zat yang bersifat racun pada ubi kayu adalah HCN (asam sianida). Menurut Sosrosoedirjo dan samad (1983), berdasarkan kadar HCN, singkong dapat dibedakan menjadi empat golongan, yaitu :

- a. Ubi kayu yang tidak berbahaya dengan kadar kurang daripada 50 mg HCN tiap kg ubi kayu segar (contoh : Adira I,Gading).
- b. Ubi kayu yang agak beracun dengan kadar 50-80 mg HCN tiap kg ubi kayu segar (contoh : Adira IV).
- c. Ubi kayu yang beracun dengan kadar 80 – 100 mg HCN tiap kg ubi kayu segar.

- d. Ubi kayu yang sangat beracun dengahn kadar lebih dari 100 mg HCN ubi kayu segar (contoh : adira II, Pengkang, Pucuk Biru, Muara).

Karakteristik dari berbagai macam varietas ubi kayu dapat dilihat dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Karakteristik Varietas Unggul Ubi Kayu

Varietas	Kadar air (% b/b)	Kadar tepung/pati (% b/b)	Kadar HCN (ppm) (% b/b)
Adira 1	56,41	35,39	27,5
Adira 2	58,92	41	124
Adira 4	57,46	33,57	78,34
Mentega	66,30	30 – 40	2,59
Malang 1	59,4	32 – 36	< 40
Malang 2	61,31	32 – 36	< 40
Malang 4	58,34	25 – 32	> 100
Malang 6	58,54	25 – 32	> 100
Pandemir (L1)	66,94	25 – 32	25,66
Pandemir (L2)	65,66	25 – 32	> 100
Pandemir (L3)	56,11	25 – 32	30,64
UJ-3	58 – 60	20 – 27	> 100
UJ-5	58 – 60	19 – 30	> 100

Sumber : Suhartina, 2005

Ubi kayu lebih baik dipanen pada saat kadar air mencapai 50-80 persen. Diatas kadar air tersebut kurang menguntungkan, karena umbi yang didapat banyak mengandung air dan kadar patinya rendah. Pemanenan di bawah kadar air 50 persen menghasilkan umbi yang keras karena umbi menjadi berkayu sehingga banyak mengandung serat (Tjiptadi dalam Wahyuningsih, 1990).

Waktu yang baik untuk memanen hasil ubi kayu sukar ditentukan dengan pasti. Menurut Sosrosoedirdjo dan Samad dalam Wahyuningsih (1990) faktor-faktor yang mempengaruhi saat panen adalah varietas, iklim, jarak tanam dan kesuburan tanah. Lebih lama ubi kayu itu ditinggalkan tumbuh, lebih membesar dan memanjang pertumbuhan umbinya, yang berarti lebih besar hasilnya, tetapi pada suatu saat kadar

patinya akan menurun. Pada umumnya pemanenan ubi kayu pada saat berumur 10-12 bulan (Anonim, 2009).

Umbi singkong merupakan sumber energi yang kaya karbohidrat namun sangat miskin protein. Sumber protein yang bagus justru terdapat pada daun singkong karena mengandung asam amino metionin. Umbi akar singkong banyak mengandung glukosa dan dapat dimakan mentah. Rasanya sedikit manis, ada pula yang pahit tergantung pada kandungan racun glukosida yang dapat membentuk asam sianida. Umbi yang rasanya manis terdapat paling sedikit 20 mg HCN per kilogram umbi akar yang masih segar, dan 50 kali lebih banyak pada umbi yang rasanya pahit. Pada jenis singkong yang manis, proses pemasakan sangat diperlukan untuk menurunkan kadar racunnya. Dari umbi dapat dibuat tepung mocal yang merupakan modifikasi tepung ubi kayu yang telah terfermentasi (Wahyuningsih, dkk 2009).

Ubi kayu terdiri atas bagian kulit, daging ubi, dan empulur. Dalam bentuk segar, kandungan karbohidrat pada ubi kayu tergantung pada varietas dan umur panen. Menurut Tjiptadi dalam Wahyuningsih (1990) komposisi Ubi kayu dipengaruhi oleh varietas, umur panen, iklim, pemeliharaan dan kesuburan tanah. Komposisi kimia ubi kayu secara terperinci dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Komposisi Ubi kayu Segar (dalam 100 g bahan)

Komponen	Ubi kayu Segar	Tepung Ubi kayu
Energi (kal)	157	363
Protein (gr)	0,8	1,1
Lemak (gr)	0,3	0,5
Karbohidrat (gr)	34,9	88,2
Ca (mg)	33,0	84,0
P (mg)	40,0	125
Fe (mg)	0,70	1,0
Vit A (RE)	48	0
Vit. C (mg)	30	0
Air (gr)	0,06	0,04
BDD (%)	60,0	9,1

Sumber : Anonim(1983) dalam Suwamba (2008)

Berdasarkan Tabel 2.2 dapat diketahui bahwa nilai nutrisi tepung ubi kayu lebih baik dibandingkan dengan ubi kayu segar. Tepung ubi kayu memiliki kandungan kalori, protein, lemak, dan karbohidrat yang lebih tinggi dibandingkan ubi kayu segar. Ubi kayu segar dan tepung ubi kayu kaya akan karbohidrat, namun miskin protein. Selain itu, keduanya mengandung lemak, vitamin, dan mineral.

Ubi kayu adalah komoditas yang mudah rusak setelah dipanen. Dalam jangka waktu 2-3 hari apabila tidak segera diproses atau dikonsumsi, ubi kayu akan mengalami kerusakan. Warna berubah menjadi kecoklatan atau kebiruan, rasa tidak enak, dan akhirnya rusak atau busuk. Salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan mengubah ubi kayu segar menjadi tepung. Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan produk ubi kayu (lebih dikenal dengan tepung cassava) mempunyai prospek cukup baik karena bisa digunakan sebagai bahan pangan atau bahan baku industri yaitu sebagai pengganti tepung terigu (Anonim, 2009).

Untuk memperpanjang umur simpan ubi kayu, biasanya masyarakat di daerah penghasil ubi kayu melakukan pengeringan dengan menggunakan sinar matahari, dan hasil ubi kayu kering ini sering disebut dengan gaplek. Gaplek merupakan bahan dasar pembuatan tepung tapioca dan tepung kasava (Haryadi, 2001), sedangkan ubi kayu segar dengan ditambahkan proses fermentasi selama 2 – 3 hari disebut dengan tepung mocal (Wahjuningsih, 1990). Tepung kasava umumnya berukuran partikel relatif besar, sehingga kurang cocok untuk substitusi sebagian terigu dalam pembuatan olahan pangangan (bakery), jadi perlu penggilingan lebih lanjut agar menjadi lebih lembut.

2. Tepung Mocaf

Mocaf adalah tepung ubi kayu yang dibuat dengan menggunakan prinsip modifikasi sel ubi kayu secara fermentasi (Subagyo, 2006). Pembuatan tepung sejenis juga telah dilakukan oleh Wahyuningsih (1990), yang membuat tepung ubi kayu dengan cara fermentasi dan disebut dengan tepung *gari*. Mikroba yang tumbuh selama fermentasi akan menghasilkan enzim pektinolitik dan selulolitik 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. Proses ini akan menyebabkan perubahan karakteristik dari tepung yang dihasilkan berupa naiknya viskositas, kemampuan gelasi, daya rehidrasi dan kemudahan melarut. Selanjutnya, granula pati tersebut akan mengalami hidrolisis yang menghasilkan monosakarida sebagai bahan baku untuk menghasilkan asam-asam organik. Senyawa asam ini akan menghasilkan aroma dan citarasa khas yang dapat menutupi aroma dan citarasa khas ubi kayu yang cenderung tidak menyenangkan (Subagyo, 2006). Demikian pula, cita rasa Mocaf menjadi netral dengan menutupi cita rasa singkong sampai 70%.

Walaupun dari komposisi kimianya tidak jauh berbeda, Mocaf mempunyai karakteristik fisik dan organoleptik yang spesifik jika dibandingkan dengan tepung singkong pada umumnya. Selama proses fermentasi akan terjadi pula penghilangan komponen penimbul warna, seperti pigmen (pada ubi kuning), dan protein yang dapat menyebabkan warna coklat ketika pemanasan, sehingga warna tepung yang dihasilkan akan lebih putih (Subagyo, 2006).

Dengan karakteristik yang telah diuraikan di atas, Mocaf dapat digunakan sebagai food ingredient dengan penggunaan yang sangat luas, salah satunya pada produk bakery. Selain itu, Mocaf mempunyai beberapa aspek kesehatan yang cukup menonjol, seperti bebas gluten, kaya serat, dan mudah difortifikasi. Ketiadaan gluten menjadikan produk ini baik

untuk penderita autisme dan tidak menyebabkan alergi yang terkadang muncul sebagai akibat mengonsumsi gluten. Mocaf juga kaya akan serat sehingga mempunyai efek sebagai prebiotik yang membantu perumbuhan mikroba menguntungkan dalam perut, dan cocok untuk penderita diabetes. Bentuknya yang tepung dengan kandungan pati yang tinggi menjadikan Mocaf mudah untuk difortifikasi dengan zat-zat gizi yang lain, sesuai dengan kebutuhan dari produk.

Proses pembuatan tepung mocaf hampir sama dengan pembuatan tepung ubi kayu biasa, hanya disini dilakukan proses fermentasi selama 2-3 hari. Menurut Subagyo (2006) proses pembuatan tepung mocaf adalah sebagai berikut : ubi kayu dibuang kulitnya, dikerok lendirnya, dicuci bersih dan dipotong tipis dengan ukuran tertentu, dan difermentasikan selama 12-72 jam dengan penambahan enzim selulolitik. Adapun metode pembuatan lain yang telah dilakukan adalah dengan penambahan biakan murni bakteri asam laktat selama proses fermentasi berlangsung.

Proses pembuatan tepung mokaf tanpa penambahan enzim atau dengan cara fermentasi alami menurut Wahyuningsih (2009) sebagai berikut : Ubi kayu dikupas, kemudian dikerok lendirnya dan selanjutnya dicuci bersih. Setelah itu dikecilkan ukurannya dan dilakukan fermentasi dalam tong secara kering atau dapat juga direndam dalam air kapur 10% pada hari pertama untuk mengurangi sebagian HCN yang terkandung didalam ubi kayu dan air biasa pada hari kedua dan ketiga, dengan dilakukan pergantian air setiap harinya. Setelah fermentasi selesai selanjutnya dilakukan pengeringan pada suhu 50 derajat Celsius selama 10 jam atau dikeringkan dengan sinar matahari selama 12 jam pada cuaca panas. Setelah itu dilakukan penggilingan dan pengayakan pada ukuran 80 mesh.

Melalui proses fermentasi, asam sianida (HCN) yang terdapat pada ubi kayu akan hilang dan warna tepung menjadi lebih putih. Mikroba yang tumbuh dalam proses fermentasi menyebabkan perubahan karakteristik dan menghasilkan asam-asam organik, terutama asam laktat yang

menimbulkan aroma dan citarasa khas. Keduanya mampu menutupi aroma dan rasa ubi kayu yang cenderung tidak disukai konsumen.

Di lain pihak, mocaf bukanlah seperti tapioka yang granula patinya sempurna terliberasi. Dengan demikian tidak terjadi peristiwa gelatinisasi sempurna yang menyebabkan peningkatan viskositas dan daya gelasi yang tinggi setelah kondisi dingin. Karakteristik ini membuat mocaf sangat baik digunakan sebagai ingridien pangan dari produk-produk pangan semi basah.

Mocaf dapat digolongkan sebagai produk edible cassava flour berdasarkan Codex Standard, Codex Stan 176-1989 (Rev. 1 - 1995). Walaupun dari komposisi kimianya tidak jauh berbeda seperti yang tercantum pada Tabel 2.3, Mocaf mempunyai 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 (seperti yang tercantum pada Tabel 2.4).

Tabel 2.3. Perbedaan Komposisi Kimia MOCAF dengan Tepung Singkong

No.	Parameter	Tepung Mocaf	Tepung Singkong
1	Kadar air (%) Max	13	13
2	Kadar Protein (%) Max	1,0	1,2
3	Kadar abu (%) Max	0,2	0,2
4.	Kadar pati (%)	87	85
5.	Kadar serat (%)	3,4	4,2
6.	Kadar lemak (%)	0,8	0,8
7.	Kadar HCN (mg/kg)	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi

Sumber : Codex Stan 176-1989 dalam Subagyo (2006)

Tabel 2.4. Perbedaan Sifat Fisik MOCAF dengan Tepung Singkong

No.	Parameter	Tepung Mocaf	Tepung Singkong
1	Besar Butiran (mesh)	Max 80	Max 80
2	Derajat Keputihan (%)	88 – 91	85 – 87
3	Kekentalan (mPa.s)	52 – 55 (2% pasta panas)	20-40 (2% pasta panas)
4	Kekentalan (mPa.s)	75 - 77 (2% pasta dingin)	30 – 50 (2% pasta dingin)

Sumber : Codex Stan 176-1989 dalam Subagyo (2006)

Sedangkan perbedaan sifat organoleptik mocaf dengan tepung singkong tercantum pada Table 2.5 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.

Tabel 2.5. Perbedaan Sifat Organoleptik MOCAF dengan Tepung Singkong

No.	Parameter	Tepung Mocaf	Tepung Singkong
1	Warna	Putih	Putih agak kecoklatan
2	Aroma	Netral	Kesan singkong
3	Rasa	Netral	Kesan singkong

Sumber : Codex Stan 176-1989 dalam Subagyo (2006).

Menurut Wahyuningsih (2009) ada beberapa hal yang harus diperhatikan agar dihasilkan tepung mocaf dengan mutu baik adalah sebagai berikut :

a. Bahan baku :

- 1) Varietas ubi kayu mempengaruhi karakteristik mocaf yang dihasilkan, dimana berbeda varietas akan berbeda cara fermentasi dan aplikasinya, misalnya varietas mentega sangat baik untuk kue dan biscuit.
- 2) Umur ubi seharusnya berumur sedang (tidak terlalu tua karena serat banyak dan tidak terlalu muda karena rendemen kurang)

- 3) Mutu baik, tidak bogel atau bercak-bercak hitam (tanda disimpan sudah lama).
- b. Selama pengulitan, dihindari kontaminasi dengan kotoran agar hasilnya bisa putih dan bersih.
- c. Fermentasi harus berjalan sempurna, waktu fermentasi menjadi sangat penting secara teknis maupun ekonomis. Lama fermentasi tergantung dari tipe produk yang dikehendaki.
- d. Jika menggunakan alat pengering, suhu pengeringan tidak boleh terlalu tinggi yang menjamin pati tidak mengalami gelatinisasi dan tidak terlalu rendah yang menyebabkan tumbuhnya jamur selama pengeringan ($\pm 50^{\circ}\text{C}$).
- e. Pengayakan semakin kecil semakin baik, tetapi jumlah sortiran juga akan semakin besar.

Mocaf yang diproduksi dengan cara tersebut mempunyai karakteristik yang khas, sangat berbeda dengan tepung ubi kayu biasa dan pati tapioca. Hasil uji viskositas pasta panas dan dingin terhadap mocal menunjukkan bahwa semakin lama fermentasi maka viskositas pasta panas dan dingin akan semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena selama fermentasi mikrobial akan mendegradasi dinding sel yang menyebabkan pati dalam sel akan keluar, sehingga akan mengalami gelatinisasi dengan pemanasan.

Selanjutnya dibandingkan dengan pati tapioka, viskositas dari mocal lebih rendah. Hal ini karena pada tapioka komponen pati mencakup hampir seluruh bahan kering, sedangkan pada mocal komponen selain pati masih dalam jumlah yang signifikan. Namun demikian dengan lama fermentasi 72 jam akan didapatkan produk mocal yang mempunyai viskositas mendekati tapioka. Hal ini dapat dipahami bahwa, dengan fermentasi yang lama maka akan semakin banyak sel ubi kayu yang pecah, sehingga liberasi granula pati menjadi sangat ekstensif.

Sifat-sifat ini jelas akan berpengaruh terhadap aplikasi dan masalah-masalah teknis selama pengolahan. Liberasi pati akan memudahkan

membentuk jaringan tiga dimensi antar komponen, sehingga mendorong timbulnya konsistensi yang baik dari produk. Liberasi pati ini juga meningkatkan kemampuan mengikat air dan mendorong kemudahan terdispersinya butir-butir tepung pada sistem pangan (Wahyuningsih 2009).

3. HCN

Singkong mengandung komponen racun potensial yang disebut cyanogenic glycosides, terutama linamarin dan sejumlah kecil lotaustralin (ethyl linamarin). Cyanogenic merupakan senyawa racun, karena senyawa tersebut melepaskan hidrogen sianida (HCN) dari hidrolisis enzymatic. HCN secara alami terdapat sebagai glikosida sinogenik. Glikosida sinogenik yang terdapat pada singkong disebut Linamarin dengan nama kimia glikosida aseton sianohidrin (Winarno, 2002).

Sedangkan menurut Waspodo (1980) senyawa glikosida sinogenik pada ubi kayu adalah linamarin dan lotaustralin dengan perbandingan 93 % dan 7% terhadap total kandungan senyawa sianogenik. Asam Sianida dapat pula disebut dengan nama Hidrogen sianida. Hidrogen sianida merupakan salah satu senyawa dari berbagai contoh senyawa sianida lainnya. Sianida dihasilkan oleh beberapa bakteri, jamur dan ganggang. Contoh dari senyawa sianida lainnya adalah Sodium sianida (NaCN) dan Potasium Sianida (KCN). Sianida juga dapat ditemukan di sejumlah makanan dan secara alami terdapat di berbagai tumbuhan.

Hidrogen sianida juga dapat disebut dengan formonitrile, sedangkan dalam bentuk cairan disebut dengan nama asam prussit dan asam hidrosianida. Hidrogen sianida merupakan cairan tak berwarna atau juga dapat berwarna biru pucat pada suhu kamar. HCN bersifat volatile sehingga mudah menguap pada suhu kamar karena memiliki titik didik yang rendah, yaitu 26°C. Dengan demikian perlakuan pemanasan dapat menurunkan kadar HCN. Selain itu, HCN juga larut dalam air (Muchtadi, 1989).

Sedangkan menurut Steinkraus dalam Wahyuningsih (1990) menambahkan bahwa HCN menguap pada suhu 25,7 °C. Konsentrasi di udara yang di ijinkan untuk manusia adalah 10 -11 ppm. Konsentrasi yang melebihi batas tersebut merupakan racun yang berbahaya yang dapat terserap ke dalam tubuh manusia melalui pernapasan atau absorpsi kulit, selanjutnya menyerang saluran pernapasan. Konsentrasi HCN sekitar 100-200 ppm selama 30 – 80 menit dapat menyebabkan kematian dengan tanda-tanda sakit kepala, pusing, kehilangan keseimbangan, lemah dan mual. Reaksi detoksifikasi sianida dalam tubuh akan menghasilkan tiosianat (SCN). Karena itu, seseorang yang mengkonsumsi makanan yang mengandung sianida akan mengalami peningkatan kadar tiosianat dalam tubuhnya. Padahal, tiosianat dalam tubuh mempunyai sifat menurunkan jumlah yodium dalam tubuh. Kekurangan yodium dalam tubuh dapat menyebabkan kritinisme atau kekerdilan dan penyakit gondok (Suyono, 2003).

Senyawa hidrogen sianida dalam jumlah tertentu dapat menyebabkan kematian. Dosis yang mematikan yaitu sekitar 0,5 – 3,5 mg HCN/kg berat badan. Hidrogen sianida dikeluarkan bila komoditi tersebut dihancurkan, dikunyah, mengalami pengirisan atau rusak. Bila dicerna, hidrogen sianida sangat cepat terserap oleh alat pencernaan masuk ke dalam saluran darah (Winarno, 1988).

Linamarin merupakan glicosida yang kebanyakan terdapat dalam biji line, kacang-kacangan dan polong serta singkong. Enzim yang membebaskan HCN disini adalah Linase. Konsentrasi sianida dalam ubi kayu segar menurun mulai dari bagian kulit ke daging umbi bagian dalam. Konsentrasi linamarin berbeda antar bagian umbi, antar umbi pada varietas yang sama. Ubi kayu segar mengandung enzim linamarase yang menghidrolisa linamarin dan lotaustralin menjadi Hidroksinitril dan glukosa. Ketika sel ubi kayu rusak, maka enzim dan substrat menjadi kontak dengan udara dan dibebaskan HCN (Suismono dan Damardjati, 1992).

Tjiptadi dalam Wahyuningsih (1990) menyatakan bahwa kadar HCN pada umbi selain ditentukan oleh varietas, juga dipengaruhi oleh keadaan tanah, iklim, umur, serta cara bertanam dan pemupukan. Di samping itu menurut Arihantana dalam Wahyuningsih (1990) ubi kayu mengandung dua glukosida sianogenik yaitu linamarin sebanyak 97% dan lotaustralin sebanyak 3 %. Hidrolisis linamarin oleh enzim β glukosidase akan menghasilkan glukosa dan aseton sianohidrin, selanjutnya oleh enzim hidrosinitril liase, aseton sianohidrin akan terhidrolisis membebaskan HCN dan aseton (Conn, 1973).

Grace dalam Wahyuningsih (1990) menyatakan bahwa pada umumnya proses penghilangan (detoksifikasi) sianida dapat dipercepat oleh perendaman dalam air, penghancuran, pemotongan, pemanasan dan fermentasi. Dengan pemanasan, enzim yang bertanggungjawab pada pemecahan glikosida sianogenik menjadi inaktif sehingga hidrogen sianida tidak dapat terbentuk (Winarno, 2002).

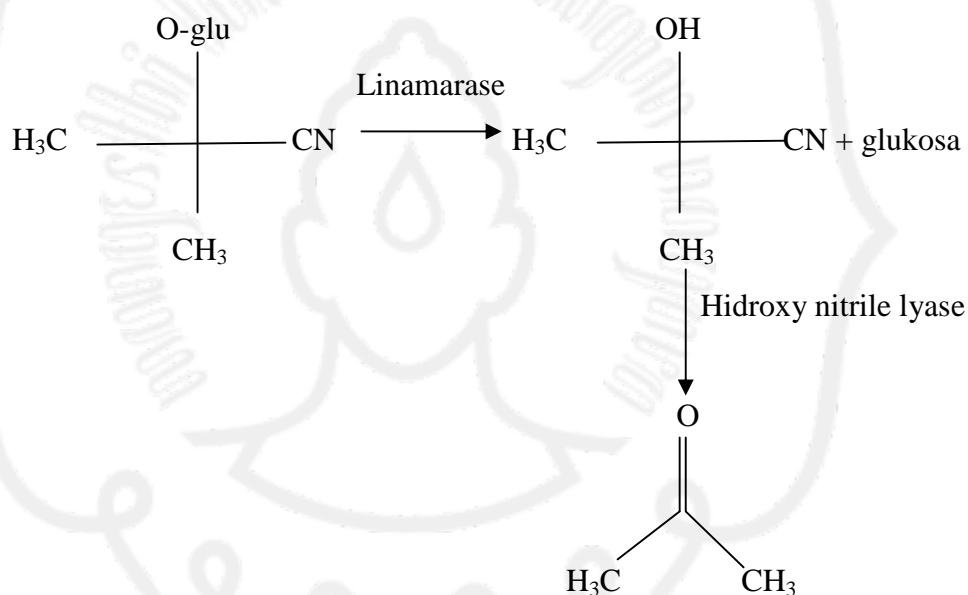
Asam sianida pada singkong terbentuk secara enzimatis dari dua prekursor (bakal racun) yaitu linamarin dan mertil linamarin. Bila umbi mengalami kerusakan mekanis (terpotong atau tergores) atau kehilangan integritas fisiologis seperti kerusakan pasca panen, kedua prekursor itu akan kontak dengan enzim linamarin dan oksigen dari udara yang merombaknya menjadi glukosa, aseton, dan asam sianida (Wahyuningsih, 2009). Jika kerusakan mekanis pada umbi tidak disertai perendaman dalam air, secara perlahan akan terbentuk HCN. Bila dibandingkan dengan kedua prekursor, toksisitas HCN jauh lebih kuat. Selain itu, kedua senyawa prekursor tersebut bersifat sangat mudah larut dalam air dan tidak tahan pemanasan.

Oleh karena itu, proses pencucian dalam air mengalir dan pemanasan yang cukup sangat ampuh untuk mencegah terbentuknya HCN yang beracun. Dengan demikian, sesungguhnya tidak perlu khawatir untuk mengkonsumsi produk pangan olahan singkong, asal diolah secara baik dan higienis (Kanetro Bayu dan Setyo Hastuti, 2006).

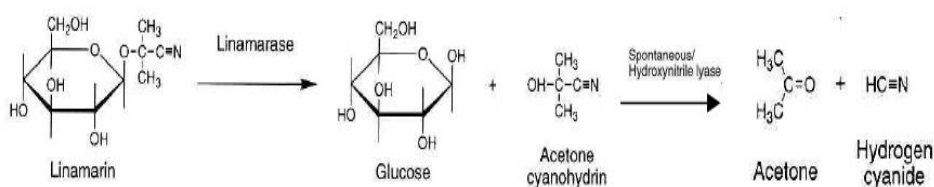
Winarno (2002) mengungkapkan bahwa pengolahan ubi kayu pahit mendapatkan perlakuan pengeringan, perendaman sebelum dimasak atau fermentasi selama beberapa hari. Dengan perlakuan tersebut, linamarin banyak yang rusak dan kadar HCN turun hingga tinggal 10 sampai 40 mg/kg ubi kayu kupas. HCN mudah hilang dengan perebusan asal tutup panci tidak ditutup rapat. Dengan pemanasan enzim pemecah linamarin menjadi inaktif sehingga HCN tidak terbentuk. Bourdoux dkk. (1982) menyatakan bahwa perendaman ubi kayu selama satu hari akan menurunkan kadar HCN sebesar 45 % dari kadar HCN ubi segar jika dilanjutkan sampai 4 hari kadar HCN turun 90 %, jika dilanjutkan sampai lima hari, kadar HCN akan hilang 100% tetapi ubinya akan busuk.

Asam sianida mempunyai titik didih 26,5 C, sangat larut dalam air dan alkohol, tetapi tidak larut dalam ether dan khloroform. Berdasarkan sifat-sifat yang dimiliki asam sianida tersebut, maka langkah-langkah pengolahan untuk mengeliminasi HCN yang terikat pada senyawa glikosida pada prinsipnya adalah mengusahakan terjadinya hidrolisis yang membebaskan HCN dan selanjutnya menghilangkan HCN pada bahan. Langkah pertama dapat dihilangkan dengan cara pengirisan dan perendaman. Dengan perajangan, menurut Muljoharjo (1990), akan membantu masuknya air ke dalam sel-sel tempat senyawa racun berada, sehingga jaringan sel menjadi terbuka dan granula pati menjadi labil (Suyitno, 1990). Menurut Rahayuningsityas (1995) bahwa semakin kecil ukuran partikel, presentase kenaikan kadar air semakin tinggi. Pada ukuran partikel yang lebih kecil jarak yang harus ditempuh oleh O₂ serta enzim untuk mencapai nutrient di bagian dalam partikel lebih pendek. Reaksi pemecahan lebih cepat terjadi dan lebih banyak media yang terpecahkan. Langkah selanjutnya adalah dengan cara pembilasan dan pemanasan / perebusan. Proses pengolahan seperti perendaman ini menyebabkan terjadinya hidrolisis, sehingga dibebaskannya senyawa HCN (Kanetro Bayu dan Setyo Hastuti, 2006).

Pengolahan secara konvensional biasanya dilakukan dengan pengupasan dan perendaman dalam air untuk beberapa hari. Hal ini memungkinkan enzyme yang terdapat secara alami dalam singkong yang disebut dengan enzyme linamarase menghidrolisis menjadi HCN. Gambar 2. menunjukkan konversi linamarin menjadi aseton cyanohydrin dan glukosa, dan cyanohydrin aseton terurai membentuk aseton dan asam hydrocyanic. Sedangkan, lotaustralin dikonversi menjadi butanone cyanohydrin dan glukosa, dan butanone cyanohydrin terurai untuk membentuk asam butanone dan hydrocyanic (JECFA, 1993). Reaksi kimia katabolisme dari linamarin yang ditunjukkan pada Gambar 2.1 dan pembentukan hidrogen sianida dari linamarin ditunjukkan Gambar 2.2.



Gambar 2.1 . Katabolisme Linamarin pada Ubi Kayu (Murni, dkk, 2008)



Gambar 2.2. Pembentukan Hidrogen Sianida dari Linamarin

4. Fermentasi

Fermentasi berasal dari bahasa latin *fermeo* yang artinya mendidih karena timbulnya gelembung-gelembung yang timbul waktu terjadinya fermentasi. Dari pengertian ini kemudian timbul istilah fermentasi. Istilah fermentasi ini memang cenderung dipakai untuk menyatakan semua proses mikroorganismenya, tanpa memandang subtract mula-mula atau hasil akhirnya asalkan tidak terjadi proses hidrolisa yang sempurna sampai subtract berubah menjadi CO₂ semua (Rahayu dan Sudarmadji, 1987). Menurut Khrisnamurti (1985) dan Rahayuningsityas (1995) bahwa perlakuan pengecilan ukuran akan mempercepat proses fermentasi, karena dengan pengecilan ukuran maka permukaan bahan menjadi luas sehingga akan mempercepat proses hidrolisis pati yang merupakan komponen utama dalam bahan.

Fermentasi yang terjadi pada pembuatan gari adalah fermentasi alami. Menurut Ezela dalam Wahyuningsih (1990) beberapa mikroorganismenya telah dapat diisolasi dan dikenali sehubungan dengan proses fermentasi selama pembuatan gari. Colard dan Levi (1959) di dalam Ngaba dan Lee (1979) menyatakan bahwa fermentasi gari merupakan suatu proses dua tahap yang melibatkan *Corynebacterium sp.* yang menguraikan pati menjadi asam-asam pada 48 jam pertama selama fermentasi. Organisme ini selanjutnya digantikan oleh *Geotrichum candida* pada hari ketiga atau keempat selama fermentasi yang kemudian akan menghasilkan keadaan eksotermik dan anaerobik, serta timbul aroma khas pada gari karena terbentuknya ester-ester dan aldehid.

Dougan *et al.* dalam Wahyuningsih (1990) menambahkan bahwa flavor gari disebabkan karena adanya asam laktat yang dihasilkan dalam tahap pertama fermentasi dan keton dan aldehid yang dihasilkan dalam tahap kedua. Disebutkan pula oleh Akinrele dalam Wahyuningsih (1990) bahwa dua jenis asam organik telah dapat diidentifikasi di dalam fermentasi ubi kayu yaitu asam laktat dan asam format akan tetapi hanya asam laktat yang ditemukan di dalam *gari*. Hal tersebut dikarenakan oleh

terjadinya pemecahan dari asam format membentuk karbondioksida dan kemungkinan hidrogen. Gas tersebut akan menimbulkan suasana anaerob pada substrat. Penelitian lebih lanjut ternyata telah dapat ditemukan asam-asam laktat, oksalat dan suksinat di dalam gari. Meskipun demikian asam laktat tetap dominan terdapat di dalam gari (Dougan *et al.* , 1983).

Sedangkan menurut penelitian yang dilakukan oleh Ejiomor dan Okafor (1980) menyatakan bahwa telah dapat diidentifikasi mikroorganisme yang berperan dalam fermentasi gari yaitu *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Bacillus sp.* serta *Geotrichum sp.* Pada tahap awal fermentasi *Corynebacterium manihot* akan memecah pati menjadi glukosa, selanjutnya bakteri-bakteri asam laktat akan mengubah glukosa menjadi asam laktat dan asam-asam organik lain serta aldehyd dan keton, sehingga timbul aroma khas dari gari. *Leuconostoc sp.* dapat diisolasi segera setelah fermentasi dimulai dan jumlahnya bertambah sampai 72 jam fermentasi. Setelah itu pertumbuhannya berkurang dan tidak ada pertumbuhan yang diamati setelah 96 jam fermentasi. Jumlah populasi paling tinggi dari mikroorganisme ini terjadi diantara 48 jam – 72 jam fermentasi ketika pH turun dari 4.8 menjadi 3.8. Demikian pula halnya dengan *Lactobacillus sp.* , mikroorganisme ini dapat diisolasi dalam jumlah besar. Pertumbuhannya dimulai pada saat awal fermentasi. Populasi tertinggi terjadi diantara 48-72 jam fermentasi ketika pH turun dari 4.8 menjadi 3.8. pertumbuhan bakteri ini terhenti setelah 96 jam fermentasi. *Bacillus sp.* dapat diisolasi setelah 24 jam namun jumlahnya lebih besar pada saat 72 jam fermentasi, tetapi populasi tertinggi dicapai setelah 120 jam fermentasi, pada saat pH mencapai 3,4.

Fermentasi asam laktat yang umumnya digunakan dalam pengolahan produk singkong juga membantu dalam hidrolisis dari gula cyanogenic glucosides dan HCN, dan dapat dihilangkan lebih lanjut dalam pengolahan dengan pemanasan (Akingbala *et al.*, 2005). Tinay *et al.* dalam Wahyuningsih (1990) menyatakan bahwa fermentasi terutama ditujukan untuk mengurangi atau menghilangkan kadar HCN dari ubi kayu pada pH

rendah dan pembentukan flavor yang khas. Fermentasi ubi kayu jenis pahit mengakibatkan pH pulp turun dari 6.0 menjadi 3.8 dan keasaman meningkat dari 0.111% menjadi 0.802% selama 8 hari fermentasi. Gari biasanya hanya mengalami fermentasi selama kurang lebih 4 hari, sehingga pH pulp mencapai sekitar 4.75 dan keasaman mencapai 0.422%. Fermentasi ubi kayu jenis manis menyebabkan penurunan pH pulp dari 6.2 menjadi 4.6 pada hari ke 2 dan meningkat pada hari ke 3 fermentasi. Demikian pula keasaman meningkat dari 0.152 menjadi 0.420 pada hari ke 2 dan menurun lagi pada hari ke 3. Fluktuasi nilai pH dan keasaman tersebut dapat disebabkan karena berakhirnya fermentasi asam laktat dan ikut sertanya mikroorganisme lain yang tidak menghasilkan asam.

Lima puluh lima organisme yang terdiri dari 40 bakteri, sebelas ragi dan empat kapang yang terisolasi dari berbagai habitat dan diuji untuk produksi enzim linamarase menggunakan pembebasan HCN dan glukosa dari linamarin. Hanya tujuh organisme yang ditampilkan untuk menghasilkan linamarase yaitu bacteria *Leuconostoc mesenteroides*, *Alcaligenes faecalis*, *Rhodotorula cerevisiae*, sedangkan yeasts *Saccharomyces minuta*, dan moulds *Aspergillus flavus*, *A. niger* dan *Fusarium oxysporum* (Okafor dan Ejiofor, 2005).

Pengolahan umbi singkong di Negara Kongo, seperti di sebagian besar negara-negara Afrika Tengah, digunakan proses fermentasi. Pada fermentasi umbi singkong menghasilkan asam laktat (pH 3.8) dan microbia yang dominan adalah *Lactobacillus* sedangkan dari daun singkong terjadi fermentasi basa (pH 8,5) di mana *Bacillus* merupakan microflora utama. Dalam kondisi ini sianida menurun selama fermentasi lebih dari 70% melalui kegiatan-kegiatan yang diproduksi bakteri linamarase, sehingga memungkinkan hidrolisis cyanogenic glucosides. Dalam lingkungan fermentasi ada beberapa Bakteri Asam Laktat tertentu yang tahan terhadap sianida kuat dengan konsentrasi antara 200 dan 800 ppm (Kobawila *et al.* 2005)

Sedangkan dalam penelitian Kobawila *et al.* (2005) senyawa sianida dalam umbi singkong semakin menurun selama proses fermentasi, dari 414 menjadi 93 ppm (77,53% pengurangan). Fermentasi dengan demikian merupakan proses detoksikasi. Dalam fermentasi yang bervariasi sianida sangat sedikit menurun selama 24 jam pertama fermentasi, tetapi menurun drastis dari 1158 ke 339,6 mg / kg setelah 48 jam fermentasi, yang sesuai dengan penurunan 70,67%. Banyak strain bakteri laktat yang terisolasi memiliki Aktivitas linamarase termasuk *Lactococcus lactis*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus plantarum* dan satu strain dari *Lactobacillus sp.* Penghilangan cyanogenic glucosides merupakan aktivitas dari enzim bakteri. Beberapa bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus coprophilus*, *Lactobacillus delbrueckii*, *Lactobacillus fermentum*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus plantarum* dan *Lactococcus lactis* mempunyai kemampuan untuk bertahan hidup pada sianida dengan konsentrasi kuat yaitu, dari 200 sampai 800 ppm.

Dalam penelitian Kobawila *et al.* (2005) disebutkan bahwa populasi bakteri pada dasarnya terdiri dari laktat bakteri, terutama *lactobacillus* (73.3%) termasuk *Lactobacillus coprophilus* (53,3%), *Lactobacillus fermentum* (6,7%), *Lactobacillus delbrueckii* (13%). Sisanya terdiri dari *cocci* (26,7%), *Lactococcus lactis* (6,7%), *Leuconostoc mesenteroides* (13.3%) dan *Leuconostoc lactis* (6,7%). Selain bakteri yang disebutkan diatas juga terdapat ragi, terutama *Saccharomyces cerevisiae* dan *Candida*.

5. Bakteri Asam Laktat

Bakteri asam laktat merupakan sekelompok bakteri yang mempunyai kemampuan untuk membentuk asam laktat dari metabolisme karbohidrat. Bakteri asam laktat merupakan sekelompok bakteri berbentuk batang atau coccus yang mempunyai karakteristik gram positif, tidak membentuk spora, tidak motil, tidak membentuk pigmen, dan asam laktat sebagai senyawa utama hasil fermentasi karbohidrat (Sudarmadji *et al*, 1989).

Bakteri asam laktat umumnya tergolong dalam kelompok mesofil, yaitu mikroba yang cepat tumbuh baik pada kisaran suhu 25-30 °C. Bakteri asam laktat juga termasuk kelompok acidofil, yaitu kelompok mikroba yang dapat hidup pada suasana asam, dengan kisaran pH 3,6 dan bakteri ini mempunyai pH optimum sekitar 6,5 – 7,5. Selain itu juga tergolong dalam kelompok anaerobic, yaitu mikroba yang dapat tidak memerlukan oksigen untuk pertumbuhannya. Biasanya pertumbuhannya terhambat dengan adanya oksigen bahkan beberapa diantaranya sangat sensitive dan akan mati jika ada Oksigen (Fardiaz, 1992).

Bakteri asam laktat termasuk mikroorganisme yang aman jika ditambahkan dalam pangan karena sifatnya tidak toksik dan tidak menghasilkan toksin, maka disebut *food grade microorganism* atau dikenal sebagai mikroorganisme yang *Generally Recognized As Safe (GRAS)* yaitu mikroorganisme yang tidak beresiko terhadap kesehatan, bahkan beberapa jenis bakteri tersebut berguna bagi kesehatan. Bakteri Asam Laktat (BAL) bermanfaat untuk peningkatan kualitas *higiene* dan keamanan pangan melalui penghambatan secara alami terhadap flora berbahaya yang bersifat pathogen 4-5. Bakteri Asam Laktat (BAL) dapat berfungsi sebagai pengawet makanan karena mampu memproduksi asam organik, menurunkan pH lingkungannya dan mengeksresikan senyawa yang mampu menghambat mikroorganisme patogen seperti H₂O₂, diasetil, CO₂, asetaldehid, d-isomer asam amino dan bakteriosin (Kusmiati dan Amarika Malik, 2002).

6. **Calcium Hidroksida (Ca(OH)₂)**

Kalsium hidroksida adalah senyawa kimia dengan rumus kimia Ca(OH)₂. Kalsium hidroksida dapat berupa kristal tak berwarna atau bubuk putih. Kalsium hidroksida dihasilkan melalui reaksi kalsium oksida (CaO) dengan air. Senyawa ini juga dapat dihasilkan dalam bentuk endapan melalui pencampuran larutan kalsium klorida (CaCl₂) dengan larutan natrium hidroksida (NaOH) (Anonim, 2009).

Nama mineral Ca(OH)₂ adalah *portlandite*, karena senyawa ini dihasilkan melalui pencampuran air dengan semen Portland. Suspensi partikel halus kalsium hidroksida dalam air disebut juga *milk of lime*. Larutan Ca(OH)₂ disebut air kapur dan merupakan basa dengan kekuatan sedang. Larutan tersebut bereaksi dengan berbagai asam, dan bereaksi dengan banyak logam dengan adanya air. Larutan tersebut menjadi keruh bila dilewatkan karbon dioksida, karena mengendapnya kalsium karbonat (Anonim, 2009).

Kalsium hidroksida adalah bubuk kering yang memperoleh cukup air ke dalam kalsium oksida hingga mengubah oksida menjadi hidroksida. Rumus molekul kalsium hidroksida adalah Ca(OH)₂ dengan berat molekul 74,09. Kalsium merupakan bahan mineral yang sangat melimpah di kerak bumi. Oleh sebab itu, kalsium hidroksida diproduksi lebih dari seratus lokasi yang tersebar di dunia, yang didominasi oleh komunitas pabrik. Lebih dari satu juta ton diproduksi oleh Amerika Serikat (McLain, 2005).

McLain (2005) menambahkan bahwa kalsium hidroksida adalah satu komponen dari proses siklus dimana kalsium karbonat (CaCO₃) dipanaskan hingga temperatur 110°C membentuk kalsium oksida (CaO). Melalui penambahan air dengan proses hidrasi, kalsium oksida menjadi kalsium hidroksida (Ca(OH)₂).

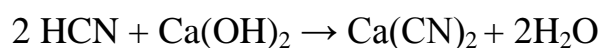
Kapur tohor, CaO, diproduksi dengan kalsinasi batu pualam, CaCO₃, pada 95°-110°C. Jumlah produksi kapur tohor menempati ranking kedua produksi bahan kimia anorganik setelah asam sulfat. Kalsium hidroksida, Ca(OH)₂, juga disebut kapur mati. Kalsium karbonat adalah komponen

utama pualam dan pualam digunakan dalam produksi semen. Gypsum adalah dihidrat kalsium sulfat $\text{CaSO}_4 \cdot 2(\text{H}_2\text{O})$ dan didapatkan dalam jumlah besar sebagai produk samping desulfurisasi gas, dan digunakan sebagai bahan bangunan, dsb (Anonim, 2007).

Rasa pahit yang terdapat dalam ubi kayu menjadi masalah tersendiri. Rasa pahit tersebut disebabkan oleh suatu senyawa kimia yang disebut hidrogen sianida (HCN). HCN dapat dihilangkan dengan cara pencucian menggunakan banyak air atau dengan cara pengukusan serta perebusan yang intensif. Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Wahyuningsih (1990) menunjukkan bahwa rasa pahit pada ubi kayu dapat dihilangkan dengan perendaman menggunakan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang dilarutkan dalam air.

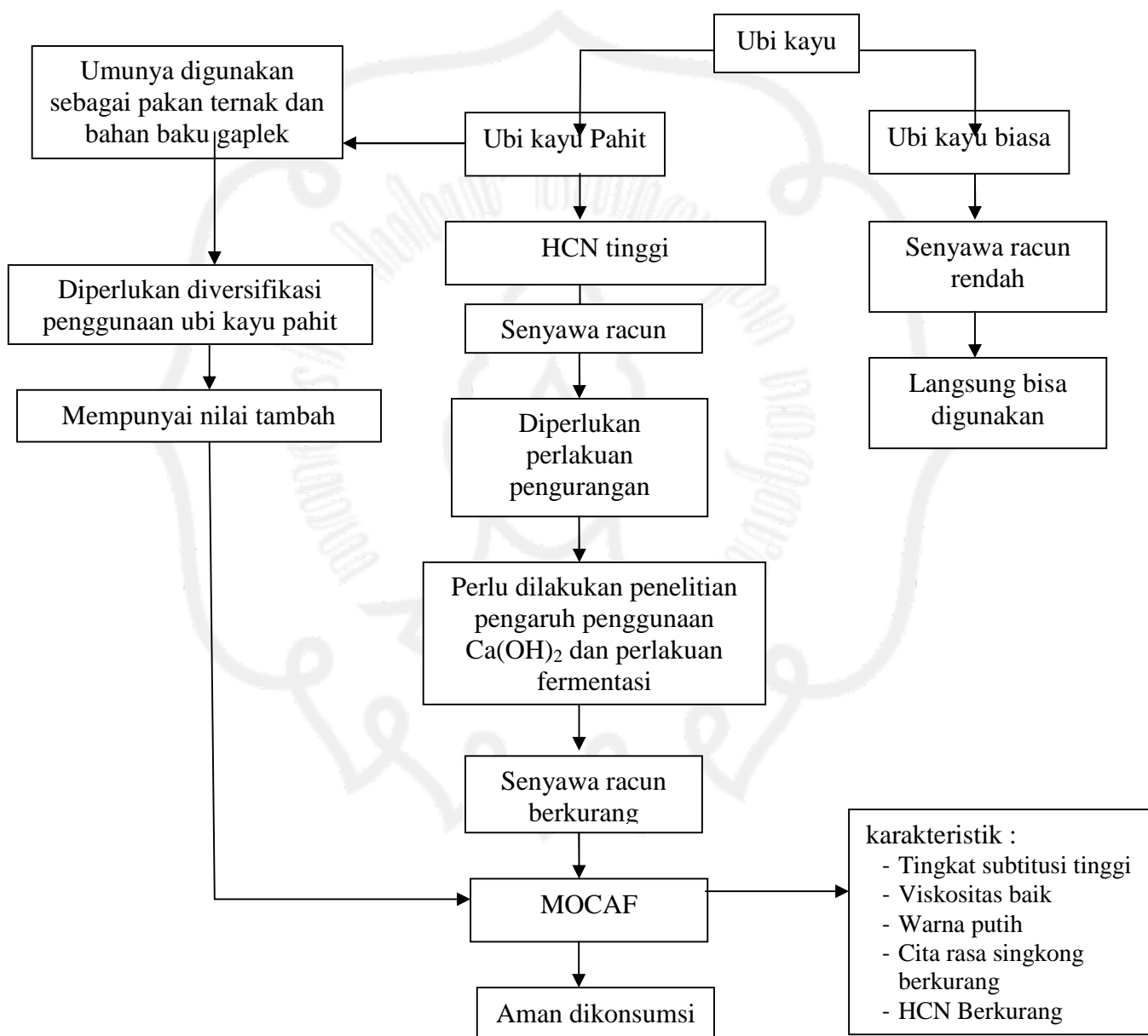
Penurunan kadar HCN terjadi karena reaksi antara Hidrogen Sianida (HCN) dan Kalsium Hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Kalsium Hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) dilarutkan dalam air terurai menjadi ion-ion Ca^{2+} dan $(\text{OH})^-$. Ion-ion tersebut bersifat seperti magnet. Ion Ca^{2+} menarik ion-ion yang bermuatan negatif dan Ion $(\text{OH})^-$ menarik ion-ion yang bermuatan positif. Sedangkan Hidrogen Sianida (HCN) dalam air terurai menjadi ion-ion H^+ dan CN^- . H^+ mengikat ion $(\text{OH})^-$ membentuk H_2O . Ion Ca^{2+} mengikat CN^- membentuk endapan putih kalsium sianida yang mudah larut dalam air.

Menurut Wahyuningsih (2009), hidrogen sianida adalah asam lemah yang banyak terdapat dalam tumbuhan misalnya pada kacang-kacangan atau umbi-umbian. Hidrogen sianida merupakan asam yang mudah larut dalam air, sehingga dapat berkurang. Selain itu, senyawa sianida akan berkurang jika bereaksi dengan salah satu senyawa yang bersifat basa, misalnya adalah kalsium hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Hal ini akan mengakibatkan ion-ion CN^- yang ada pada struktur HCN akan berikatan dengan kalsium hidroksida yang sehingga membentuk suatu garam yang kompleks, yaitu garam sianida. Berikut reaksi dari senyawa HCN bila direaksikan dengan $\text{Ca}(\text{CN})_2$:



B. Kerangka Berpikir

Selama ini, peran ubi kayu pahit kurang diminati karena faktor kimia yang mengandung racun sianida. Dengan adanya proses pengurangan terhadap racun tersebut dengan pembuatan tepung mocaf diharapkan menjadi aman untuk di konsumsi. secara lebih jelas kerangka berfikir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Gambar kerangka berfikir

C. Hipotesa

Hipotesa dari penelitian ini adalah :

1. Penggunaan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ akan mempengaruhi karakteristik (kimia, fisik) MOCAF (*Modified Cassava Flour*) dari ubi kayu varietas pahit.
2. Lama fermentasi akan mempengaruhi karakteristik (kimia, fisik) MOCAF (*Modified Cassava Flour*) dari ubi kayu varietas pahit.



BAB III. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pangan dan Gizi Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta dan Laboratorium Pangan Universitas Gajah Mada pada bulan Februari sampai Juni 2010.

B. Bahan dan Alat

1. Bahan

Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah ubi kayu varietas pandemir (L2) yang berumur 10-12 bulan yang diperoleh dari salah satu petani dari Dusun Nglengkong, Desa Sendang, Kecamatan Purwanto, Kabupaten Wonogiri, dengan spesifikasi yang tercantum pada Tabel 3.1. Sedangkan bahan untuk melakukan perendaman dan fermentasi adalah air sumur (yang telah diketahui kesadiahannya) dan larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dengan konsentrasi 5%, 10%, dan 15%.

Tabel 3.1. Karakteristik ubi kayu varietas Pandemir (L2)

Varietas	Umur	Kadar air (% b/b)	Kadar Pati (% b/b)	Kadar HCN (ppm) (% b/b)
Pandemir (L2)	10 - 12 bulan	63,2961	28,875	186, 55

Bahan yang digunakan untuk analisis kimia yaitu :

- Bahan kimia untuk analisis HCN : aquadest, khloroform, KOH 2%, 240 mg KCN, Alkalin pikrat (0,25 % asam pikrat dibasakan dengan Na_2CO_3 hingga pH 11).
- Bahan untuk analisis kadar protein : larutan HCl 0,02 N, H_2O_4 , HgO, larutan NaOH- $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, K_2SO_4 , $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, H_3BO_3 , indikator (campuran 2 bagian metil merah 0,2% dalam alkohol dan 1 bagian metilen blue 0,2% dalam alkohol), aquadest.
- Bahan untuk analisis Total Asam : NaOH 0,1 N, aquadest, indikator pp
- Bahan untuk analisis Viskositas : air mendidih

2. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- a. Alat untuk membuat tepung Mocal yaitu pisau, baskom, saringan 80mesh, blender, kabinet dryer, plastik, slycer.
- b. Alat untuk analisa HCN : spektrofotometer, labu Kjeldhal, tabung reaksi, pipet 5 ml, waterbath, gelas pila 500 ml.
- c. Alat untuk analisis kadar air : cawan porselin, desikator, oven, dan neraca analitik.
- d. Alat untuk analisis kadar protein : pemanas kjedahl, labu kjedhal berukuran 30ml/50ml, alat destilasi lengkap dengan erlenmeyer berpenampung berukuran 125 ml, dan buret 25ml/50ml, dan neraca analitik.
- e. Alat pengukuran Derajat Putih : fotovolt.
- f. Alat Pengukuran kadar Asam : labu takar 250 ml, buret 25ml/50ml
- g. Alat Pengukuran viskositas :stromer viskometer

C. Perancangan Penelitian dan Analisis Data

1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan dua faktor yaitu pengaruh penggunaan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (P) dan pengaruh variasi lama fermentasi (F) (Tabel 3.2) sebagai berikut :

Faktor I : konsentrasi perendaman $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (P) terdiri dari 4 taraf, yaitu :

$$P1 = 0\%$$

$$P2 = 5\%$$

$$P3 = 10\%$$

$$P4 = 15\%$$

Faktor II : Lama Fermentasi (F) terdiri dari 4 taraf, yaitu :

$$F1 = 0 \text{ hari}$$

$$F2 = 1 \text{ hari}$$

$$F3 = 2 \text{ hari}$$

$$F4 = 3 \text{ hari}$$

Tabel 3.2. Perlakuan Pendahuluan dan lama fermentasi

Lama Fermentasi (F)	Konsentrasi Perendaman (P)			
	Ca(OH) ₂ 0% (P1)	Ca(OH) ₂ 5% (P2)	Ca(OH) ₂ 10% (P3)	Ca(OH) ₂ 15% (P4)
0 jam (F1)	F1P1	F2P1	F3P1	F4P1
24 jam (F2)	F1P2	F2P2	F3P2	F4P2
48 jam (F3)	F1P3	F2P3	F3P3	F4P3
72 jam (F4)	F1P4	F2P4	F3P4	F4P4

2. Analisis Tepung Mocaf

Ubi kayu yang telah dibuat Tepung Mocaf kemudian dianalisa secara kimia (HCN, protein, viskositas, kadar air, kadar asam) dan fisik (keputihan) pada semua sampel Tepung Mocaf. Masing-masing analisa dilakukan pada sampel Tepung Mocaf fermentasi jam ke- 0, 24 jam, 48 jam, 72 jam dan pada konsentrasi perendaman dengan Ca(OH)₂ 5%, 10 %, 15%. Metode masing-masing analisis sifat kimia dan sifat fisik pada tepung mocaf dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Metode Analisis

No	Macam uji	Metode
1	Kadar Air	Thermogravimetri (Sudarmadji <i>et al.</i> , 1997)
2	Kadar Asam	Titration (AOAC, 1984)
3	Kadar protein	Metode Kjeldahl (AOAC, 1984)
4.	HCN	Spektrofotometer (AOAC, 1984)
5.	Viskositas	Stromer viscometer (Dedi, Fardiaz, dkk, 1992)
6.	Derajat Keputihan	Fotometer (Dedi, Fardiaz, dkk, 1992)

3. Analisis Data

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan pada masing-masing tepung mocal yang dihasilkan digunakan uji statistik analisis varian (ANOVA). Apabila ada perbedaan yang signifikan antar perlakuan, dilanjutkan dengan uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT) dengan tingkat signifikansi 95%.

D. Tata Laksana Penelitian

1. Persiapan Bahan

Pada tahap preparasi sampel ini dimulai dengan melakukan sortasi ubi kayu yang meliputi :

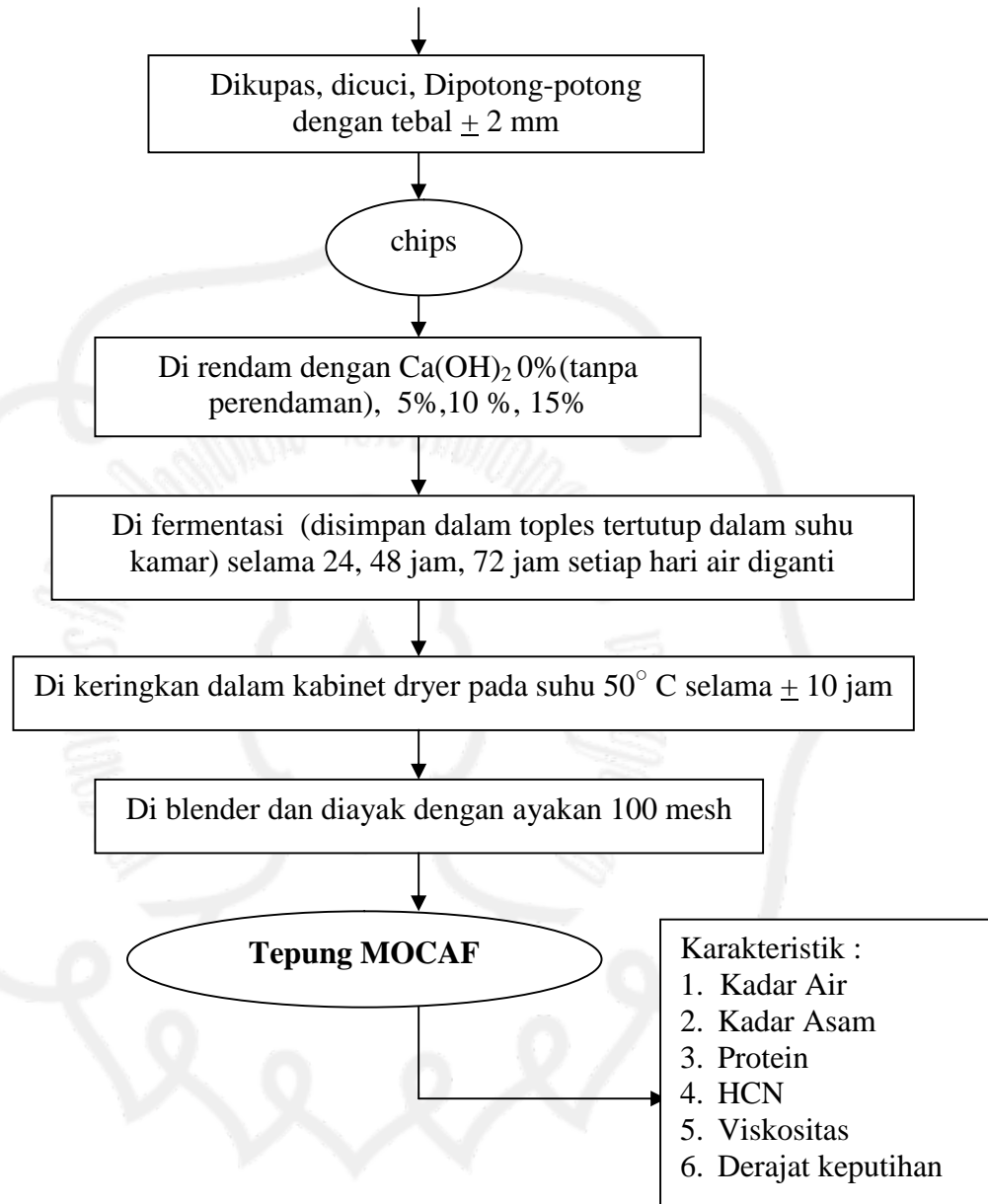
- a. Masih dalam keadaan segar (tidak cacat/busuk)
- b. Ukuran seragam (tidak terlalu kecil)
- c. Warna
- d. Seragam (Tidak blonteng)

2. Persiapan Larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ dilarutkan dengan menggunakan air (air sumur yang telah diketahui kesadahannya). Konsentrasi $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang digunakan adalah 5%, 10%, dan 15%.

3. Pembuatan Tepung Mocaf

Proses pembuatan Tepung Mocal yang dilakukan pada penelitian ini menurut Wahyuningsih (2009) dapat dilihat pada Gambar 3.2. Pada penelitian pembuatan tepung mocaf ini dilakukan dengan dilakukan perlakuan pendahuluan dengan perendaman $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 5%, 10 %, 15% dan setelah itu dilakukan fermentasi 0 jam, 24 jam, 48 jam dan 72 jam.



Gambar 3.2. Diagram Alir Pembuatan Tepung Mocaf

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sifat Kimia Tepung Mocaf

1. Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu karakteristik yang sangat penting pada bahan pangan, karena air dapat mempengaruhi kenampakan, tekstur, dan citarasa pada bahan pangan. Kadar air dalam bahan pangan ikut menentukan kesegaran dan daya awet bahan pangan tersebut, kadar air yang tinggi mengakibatkan mudahnya bakteri, kapang, dan khamir untuk berkembang biak, sehingga akan terjadi perubahan pada bahan pangan (Winarno, 1997 dalam Wiryadi, 2007). Dalam penelitian ini dengan perlakuan lama fermentasi (0, 24, 48, 72 jam) dan konsentrasi perendaman Ca(OH)_2 (0%, 5%, 10%, 15%), air tersebut dihitung sebagai kadar air (%) dalam bahan yang dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tujuan analisis kadar air tepung mocaf adalah untuk mengetahui kandungan air dalam produk akhir, karena hal tersebut berhubungan dengan daya tahan produk terhadap serangan mikroorganisme (Winarno, 1988). Bila kadar air bebas dikurangi maka pertumbuhan mikroorganisme dapat dikendalikan.

Tabel 4.1 Hasil Analisa Kadar Air (%) db

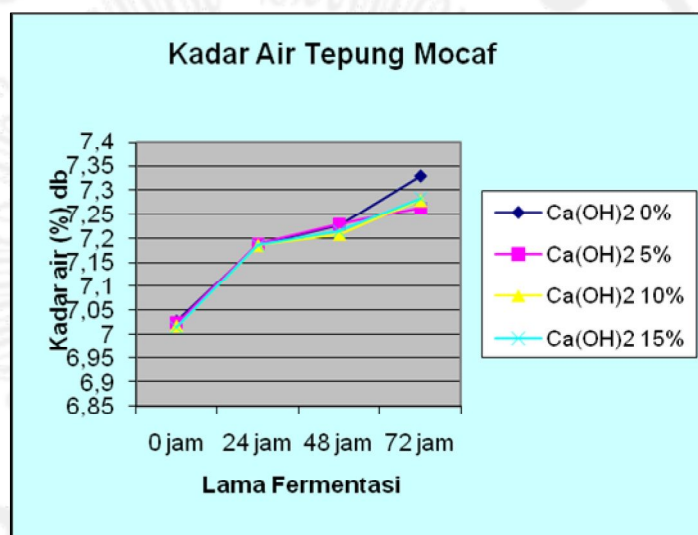
Lama Fermentasi	Konsentrasi Ca(OH)_2			
	0% (P1)	5% (P2)	10% (P3)	15% (P4)
0 jam (F1)	7,028 ^{ab}	7,023 ^{ab}	7,016 ^a	7,015 ^a
24 jam (F2)	7,186 ^{abc}	7,188 ^{abc}	7,185 ^{abc}	7,185 ^{abc}
48 jam (F3)	7,227 ^c	7,198 ^{abc}	7,208 ^{bc}	7,214 ^c
72 jam (F4)	7,327 ^c	7,261 ^c	7,279 ^c	7,283 ^c

*) notasi yang berbeda menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

Dari hasil analisa statistik yang terlihat pada Tabel 4.1 menunjukkan bahwa variasi konsentrasi perendaman Ca(OH)_2 yaitu 5%, 10% dan 15% tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar air tepung mocaf pada fermentasi 0 jam, 24 jam, 48 jam dan 72 jam bila dibandingkan dengan kontrol/ Ca(OH)_2 0%. Hal ini ditunjukkan pada

sampel tepung mocaf dengan variasi perendaman Ca(OH)_2 memiliki notasi yang sama dibelakang angka.

Perlakuan lama fermentasi pada pembuatan tepung mocaf memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar air. Berdasarkan Tabel 4.1 semakin lama fermentasi semakin meningkat kadar air tepung mocaf. Pada sampel tepung mocaf dengan fermentasi 24 jam, 48 jam dan 72 jam pada variasi perendaman Ca(OH)_2 0%, 5%, 10% dan 15% tidak menunjukkan beda nyata, tetapi pada fermentasi 0 jam pada variasi perendaman Ca(OH)_2 0%, 5%, 10% dan 15% menunjukkan beda nyata bila dibandingkan dengan fermentasi 72 jam.



Gambar 4.1 Grafik Kadar Air (%) db pada Tepung Mocaf dengan Berbagai Perlakuan

Dari Gambar 4.1 dapat dilihat kadar air tepung mocaf dengan variasi perlakuan perendaman Ca(OH)_2 dan lama fermentasi. Pada penelitian ini kadar air tepung mocaf cenderung mengalami kenaikan dari fermentasi ke 0 jam sampai 72 jam, baik dengan perlakuan awal perendaman Ca(OH)_2 0%, 5%, 10%, 15%.

Dari Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa perlakuan lama fermentasi mempengaruhi kadar air tepung mocaf. Semakin lama waktu fermentasi kadar air tepung mocaf akan semakin bertambah, hal ini sesuai dengan

hasil dari penelitian yang telah dilakukan Wahyuningsih (2009), yang menyebutkan bahwa kadar air akan semakin meningkat sebanding dengan lama fermentasi dalam pembuatan *gari*.

2. Total Asam

Derajat asam adalah kepekatan tertentu yang diperlukan untuk menetralkan larutan basa. Menurut Kusumanto (2009), mikrobia yang tumbuh selama fermentasi akan menghasilkan enzim – enzim yang menghidrolisis pati menjadi gula dan selanjutnya mengubahnya menjadi asam – asam organik terutama asam laktat. Menurut Wahyuningsih (1990), mikrobia yang tumbuh selama fermentasi *gari* akan menghasilkan enzim pektinolitik dan selulolitik yang dapat menghancurkan dinding sel singkong sedemikian rupa sehingga terjadi liberasi granula pati. Dalam penelitian ini dengan perlakuan lama fermentasi (0, 24, 48, 72 jam) dan konsentrasi perendaman Ca(OH)_2 (0%, 5%, 10%, 15%), kadar asam tersebut dihitung sebagai kadar asam dalam bahan yang dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Hasil Analisa Kadar Total Asam (%)

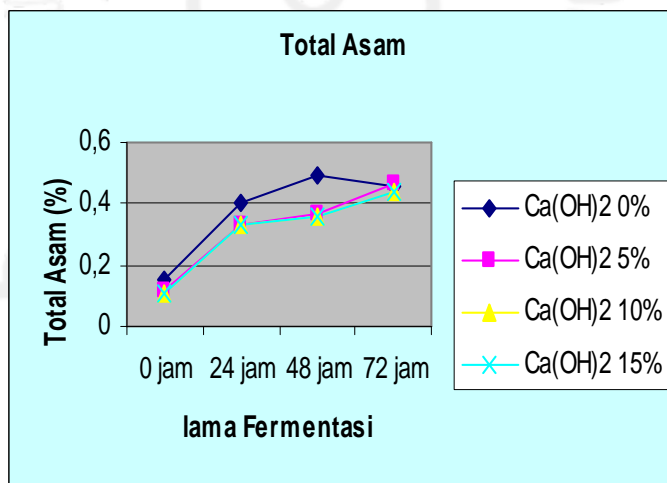
Lama Fermentasi	Konsentrasi Ca(OH)_2			
	0% (P1)	5% (P2)	10% (P3)	15% (P4)
0 jam (F1)	0,151 ^b	0,114 ^a	0,111 ^a	0,110 ^a
24 jam (F2)	0,406 ^d	0,334 ^c	0,332 ^c	0,332 ^c
48 jam (F3)	0,494 ^f	0,363 ^c	0,358 ^c	0,353 ^c
72 jam (F4)	0,458 ^e	0,469 ^{ef}	0,436 ^{de}	0,435 ^{de}

*) notasi yang berbeda menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

Berdasarkan data pada Tabel 4.2 kadar total asam tepung mocaf dengan perlakuan lama fermentasi dan konsentrasi perendaman Ca(OH)_2 , berkisar antara 0,11072% – 0,49472%. Dari hasil analisa statistik dapat diketahui bahwa perlakuan perendaman Ca(OH)_2 dengan konsentrasi 5%, 10%, dan 15% memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap kadar asam pada sampel tepung mocaf tetapi berbeda nyata dengan control / Ca(OH)_2 0% pada fermentasi 0 jam, 24 jam dan 48 jam. Sedangkan pada

fermentasi 72 jam, variasi perendaman Ca(OH)_2 5%, 10% dan 15% memberikan pengaruh tidak berbeda nyata dengan kontrol / Ca(OH)_2 0%.

Sedangkan pada perlakuan lama fermentasi memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar total asam tepung mocaf. Berdasarkan Tabel 4.2 semua perlakuan sampel Ca(OH)_2 0%, 5%, 10%, dan 15% menunjukkan peningkatan total asam yang signifikan setelah fermentasi ke 24 jam. Peningkatan total asam akan meningkat dengan semakin lamanya fermentasi. Pada sampel tepung mocaf dengan variasi perendaman Ca(OH)_2 5%, 10% dan 15% pada fermentasi 48 jam tidak memberikan pengaruh beda nyata dengan fermentasi 24 jam, tetapi pada fermentasi 72 jam akan memberikan pengaruh beda nyata terhadap kadar total asam tepung mocaf. Sedangkan pada sampel tepung mocaf dengan perendaman Ca(OH)_2 0% / kontrol akan memberikan pengaruh beda nyata dari fermentasi 24 jam sampai 72 jam. Hal tersebut dapat dilihat dari notasi yang berbeda pada angka (Tabel 4.2).



Gambar 4.2 Grafik Kadar Total Asam (%) pada Tepung Mocaf dengan Berbagai Perlakuan

Dari Gambar 4.2 dapat dilihat kadar total asam tepung mocaf dengan variasi perlakuan perendaman Ca(OH)_2 dan lama fermentasi. Pada penelitian ini kadar total asam tepung mocaf cenderung mengalami kenaikan dari fermentasi ke 0 jam sampai 72 jam, baik dengan perlakuan awal perendaman Ca(OH)_2 0%, 5%, 10%, 15%. Berdasarkan Tabel 4.2

dapat dilihat bahwa total kadar asam tertinggi yaitu pada tepung mocaf perlakuan fermentasi 48 jam dan perendaman Ca(OH)_2 0% atau tanpa perendaman sebesar 0,49472. Sedangkan kadar asam terendah pada tepung mocaf fermentasi 0 jam atau tanpa fermentasi dan perendaman Ca(OH)_2 15% sebesar 0,11072 (Tabel 4.2).

Pada Gambar 4.2 dapat dilihat kadar asam pada tepung mocaf dengan perlakuan perendaman Ca(OH)_2 0 % lebih tinggi dibandingkan dengan perendaman 5%, 10%, 15 %, hal ini disebabkan adanya Ca(OH)_2 yang bersifat basa kuat yang digunakan untuk perendaman akan menghambat pertumbuhan bakteri penghasil asam, selain itu juga kondisi lingkungan pada fermentasi tersebut terganggu. karena bakteri penghasil asam ini hanya dapat tumbuh dan berkembang pada suasana asam dengan kisaran pH 3,6 dan bakteri ini mempunyai pH optimum sekitar 6,5 – 7,5 (Fardiaz, 1992), dan pada fermentasi umbi singkong menghasilkan asam laktat (pH 3,8) dan mikrobia yang dominan adalah *lactobacillus* (Kobawila et all. 2005), sehingga angka asam yang dihasilkan akan berbanding terbalik dengan besarnya konsentrasi Ca(OH)_2 yang digunakan dalam perendaman. Menurut Setyowati (2000), Larutan Ca(OH)_2 juga merupakan pengikat asam – asam nabati.

Pada Gambar 4.2 dapat dilihat bahwa semakin lama fermentasi, kadar asam tepung mocaf semakin meningkat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Tinay *et al.* (1984) bahwa fermentasi ubi kayu jenis pahit mengakibatkan pH turun dari 6.0 menjadi 3.8 dan keasaman meningkat dari 0,111% menjadi 0,802 % selama 192 jam (8 hari) fermentasi. *Gari* biasanya hanya mengalami fermentasi selama kurang lebih 96 jam (4 hari), sehingga pH mencapai sekitar 4.75 dan keasaman mencapai 0,422%.

Dougan *et al.* dalam Wahyuningsih (1990) menambahkan bahwa flavor gari disebabkan karena adanya asam laktat yang dihasilkan dalam tahap pertama fermentasi dan keton dan aldehid yang dihasilkan dalam tahap kedua. Disebutkan pula oleh Akinrele dalam Wahyuningsih (1990) bahwa dua jenis asam organik telah dapat diidentifikasi di dalam

fermentasi ubi kayu yaitu asam laktat dan asam format akan tetapi tetapi hanya asam laktat yang dominan terdapat di dalam mocaf. Hal tersebut dikarenakan oleh terjadinya pemecahan dari asam format membentuk karbondioksida dan kemungkinan hidrogen. Gas tersebut akan menimbulkan suasana anaerob pada substrat. Penelitian lebih lanjut ternyata telah dapat ditemukan asam-asam laktat, oksalat dan suksinat di dalam *gari*. Meskipun demikian asam laktat tetap dominan terdapat di dalam *gari* (Dougan *et al.* , 1983).

Furia (1980) menyatakan bahwa asam laktat bukan merupakan asam yang mudah menguap, sehingga dapat diduga bahwa rendahnya keasaman mocaf yang dihasilkan dengan pengeringan dapat disebabkan karena terjadinya penguapan komponen asam-asam organik lain yang terdapat di dalam mocaf. Dougan *et al.* (1983) menambahkan bahwa telah dideteksi asam laktat ($\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$), asam suksinat ($\text{HOOCCH}_2\text{-CH}_2\text{COOH}$) dan asam oksalat (HOCCOOH) di dalam mocaf, masing-masing 0,4, 0,04, dan 0,04 persen. Asam oksalat mulai menguap pada suhu di bawah 100°C (Othmer, 1967), sedangkan asam suksinat menguap pada suhu kamar (Furia, 1980), dan asam laktat mempunyai titik didih 122°C (Anonim, 2010).

Asam laktat dihasilkan oleh bakteri *Lactobacillus plantarum* yang menjadi dominan setelah 48 jam fermentasi. Asam oksalat dikenal diproduksi oleh kapang yaitu dari jenis *Geotrichum* yang nampak setelah 3 hari fermentasi. Pada fermentasi mocaf lama kelamaan menjadi anaerob dan di bawah kondisi ini asam oksalat dapat dimetabolisme dan hilang selama fermentasi berjalan terus, sehingga hanya sedikit yang tersisa di dalam mocaf. Demikian juga asam suksinat diproduksi dari proses metabolisme kapang (Wahyuningsih, 1990)

Penelitian lebih lanjut yang dilakukan oleh Ejifor dan Okafor (1980) menyatakan bahwa telah dapat diidentifikasi mikroorganisme yang berperan dalam fermentasi *gari* yaitu *Leuconostoc*, *Lactobacillus* dan *Bacillus sp.* serta *Geotrichum sp.* Pada tahap awal fermentasi

Corynebacterium manihot akan memecah pati menjadi glukosa, selanjutnya bakteri-bakteri asam laktat akan mengubah glukosa menjadi asam laktat dan asam-asam organik lain serta aldehid dan keton, sehingga timbul aroma khas dari gari. *Leuconostoc sp.* dapat diisolasi segera setelah fermentasi dimulai dan jumlahnya bertambah sampai 72 jam fermentasi. Setelah itu pertumbuhannya berkurang dan tidak ada pertumbuhan yang diamati setelah 96 jam fermentasi.

3. Kadar Protein

Pada penelitian ini dilakukan uji penentuan kadar protein dengan metode Kjeldahl untuk menentukan kandungan protein total yang dihitung sebagai N total. Kadar protein total tepung mocaf dengan variasi perlakuan fermentasi dan konsentrasi perendaman dengan Ca(OH)_2 dapat dilihat pada Tabel 4. 3

Tabel 4. 3 Hasil Analisa Kadar Protein (%) Tepung Mocaf dengan Berbagai Perlakuan

Lama Fermentasi	Konsentrasi Ca(OH)_2			
	0% (P1)	5% (P2)	10% (P3)	15% (P4)
0 jam (F1)	2,36 ^f	1,56 ^e	1,55 ^e	1,52 ^e
24 jam (F2)	1,52 ^e	1,37 ^{cd}	1,37 ^d	1,35 ^{cd}
48 jam (F3)	1,41 ^d	1,29 ^{bc}	1,28 ^b	1,27 ^b
72 jam (F4)	1,29 ^{bc}	0,92 ^a	0,93 ^a	0,93 ^a

*) notasi yang berbeda menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

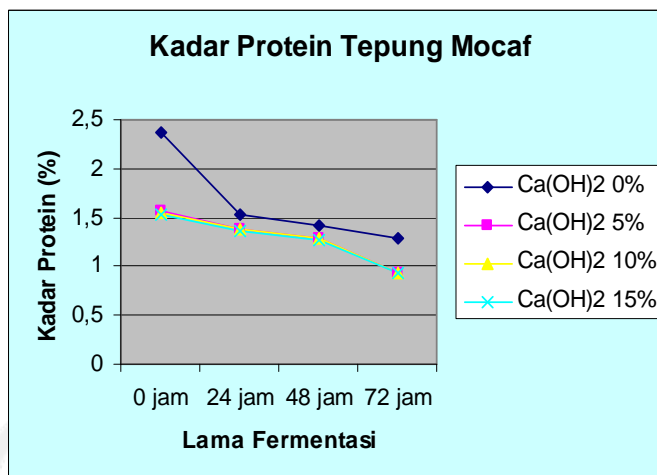
Dari Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa variasi perlakuan lama fermentasi dan konsentrasi perendaman dengan Ca(OH)_2 pada tepung mocaf memberikan pengaruh yang bervariasi terhadap kandungan proteinnya yang dinyatakan sebagai N-total. Dari data tersebut dapat diketahui kandungan protein tepung mocaf dengan berbagai variasi perlakuan lama fermentasi dan konsentrasi perendaman dengan Ca(OH)_2 berkisar 0,9306% - 2,3610% (Tabel 4.3).

Perlakuan perendaman dengan Ca(OH)_2 5%, 10%, 15% pada fermentasi 0 jam, 24 jam, 48 jam dan 72 jam memberikan pengaruh beda nyata terhadap kadar protein total sampel tepung mocaf bila dibandingkan

dengan kontrol Ca(OH)_2 0% (Tabel 4.3). Sedangkan pada variasi perlakuan Ca(OH)_2 5%, 10%, 15% tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata pada fermentasi 0 jam, 24 jam, 48 jam dan 72 jam. Hal ini ditunjukkan pada (Tabel 4.3) memiliki notasi yang sama di belakang angka kadar protein total. Kadar protein pada sampel tepung mocaf yang direndam dengan Ca(OH)_2 0%, 5%, 10%, dan 15% pada fermentasi 0 jam masing-masing sebesar 2,3610% ; 1,5646% ; 1,5528% ; 1,5239%.

Pada perlakuan lama fermentasi memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar protein total sampel tepung mocaf. Semakin lama fermentasi maka semakin rendah kadar protein dari tepung mocaf. Berdasarkan pada Tabel 4.3 kadar protein tepung mocaf mengalami penurunan yang cukup signifikan pada fermentasi ke 24 jam bila dibandingkan dengan kontrol pada semua sampel sebesar masing-masing 1,5229% (Ca(OH)_2 0%) ; 1,3719% (Ca(OH)_2 5%) ; 1,3707% (Ca(OH)_2 10%) ; 1,3547% (Ca(OH)_2 15%). Penurunan kadar protein terjadi seiring dengan meningkatnya lama fermentasi. Penurunan protein yang signifikan terjadi sampai fermentasi ke 72 jam pada semua sampel Ca(OH)_2 0%, 5%, 10%, dan 15%. Kadar protein total pada tepung mocaf sampai fermentasi ke 72 jam pada sampel Ca(OH)_2 0% sebesar 1,2950%, Ca(OH)_2 5% sebesar 0,9285 % ; Ca(OH)_2 10% sebesar 0,9314% ; Ca(OH)_2 15% sebesar 0,9306%.

Pada Gambar 4.3 dapat dilihat kadar protein total tepung mocaf akan mengalami penurunan yang sejalan dengan fermentasi. Menurut wahyuningsih (1990) bahwa kandungan protein pada ubi kayu segar rendah, sehingga pada penelitian pembuatan tepung mocaf ini nilai kadar protein yang dihasilkan juga rendah. Pada penelitian ini kadar protein total tertinggi yaitu pada tepung mocaf perlakuan fermentasi 0 jam dan perendaman Ca(OH)_2 0% atau kontrol sebesar 2,3610%. Sedangkan kadar protein total terendah pada tepung mocaf fermentasi 72 jam dan perendaman Ca(OH)_2 15% sebesar 0,9306% (Tabel 4.3).



Gambar 4.3 Grafik Kadar Protein (%) pada Tepung Mocaf dengan Berbagai Perlakuan

Pada penelitian ini dilakukan uji penentuan kadar protein dengan metode Kjeldahl untuk menentukan kandungan protein total yang dihitung sebagai N total, sehingga kandungan protein tepung mocaf berkaitan dengan jumlah HCN nya. Semakin kecil HCN tepung mocaf semakin kecil pula kandungan proteinnya, hal ini disebabkan karena unsur N pada HCN akan berkurang seiring dengan perlakuan lama fermentasi dan variasi perendaman Ca(OH)_2 .

Fermentasi yang berlangsung pada pembuatan tepung mocaf merupakan fermentasi basah yang menggunakan air sebagai medianya. Menurut Hidayat (2009), sebagian besar jenis protein dapat larut dalam air, terutama metionin (Anonim, 2010). Ubi kayu merupakan sumber energi yang kaya karbohidrat namun sedikit protein. Sumber protein yang terdapat pada ubi kayu adalah asam amino metionin (Panggih, 2009). Berdasarkan uraian tersebut, perendaman ubi kayu dengan air dapat menurunkan kadar protein karena jenis protein yang terdapat dalam ubi kayu dapat larut dalam air.

Menurut Ezeala (1984), fermentasi *gari* dapat menyebabkan pengurangan protein sebesar kira-kira 3 %. Hal ini terbukti dengan rendahnya nilai kadar protein pada perlakuan fermentasi 24 jam, 48 jam dan 72 jam dan dengan perendaman Ca(OH)_2 5%, 10%, 15%. Bahkan

adanya perendaman pada saat proses fermentasi berlangsung mempunyai pengaruh yang besar terhadap pengurangan kadar protein.

4. Kadar HCN

HCN secara alami terdapat pada ubi kayu sebagai glikosida sinogenik. Glikosida sinogenik adalah senyawa yang potensial beracun karena dapat terurai dan menghasilkan HCN. Glikosida sinogenik yang terdapat pada singkong disebut Linamarin dengan nama kimia glikosida aseton sianohidrin (Winarno, 2002). Sedangkan menurut Wasposito (1980) senyawa glikosida sinogenik pada ubi kayu adalah linamarin dan lotaustralin dengan perbandingan 93 % dan 7% terhadap total kandungan senyawa sianogenik. Kadar HCN tepung mocaf dengan variasi perlakuan fermentasi dan konsentrasi perendaman dengan Ca(OH)_2 dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Hasil Analisa Kadar HCN (ppm) Tepung Mocaf dengan Berbagai Perlakuan

Lama Fermentasi	Konsentrasi Ca(OH)_2			
	0% (P1)	5% (P2)	10% (P3)	15% (P4)
0 jam (F1)	91,97 ^j	62,63 ⁱ	50,76 ^{gh}	47,80 ^{fg}
24 jam (F2)	65,79 ⁱ	55,55 ^h	40,20 ^{de}	37,04 ^{cd}
48 jam (F3)	47,78 ^{fg}	42,72 ^{ef}	34,40 ^{bcd}	31,69 ^{bc}
72 jam (F4)	43,09 ^{ef}	31,69 ^{bc}	23,91 ^a	19,18 ^a

*) notasi yang berbeda menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

Berdasarkan Tabel 4.4 dapat dilihat bahwa perlakuan perendaman dengan Ca(OH)_2 pada pembuatan tepung mocaf memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kandungan HCN bila dibandingkan dengan kontrol. Hal ini dapat dilihat dari notasi yang berbeda dibelakang angka HCN (Tabel 4.4). Semakin tinggi konsentrasi Ca(OH)_2 semakin rendah kadar HCN dari tepung mocaf. Dari Tabel 4.4 HCN tepung mocaf dengan fermentasi 0 jam pada perendaman Ca(OH)_2 0% sebesar 91,97 ppm, Ca(OH)_2 5% 62,6349 ppm, Ca(OH)_2 10% 50,7659 ppm, Ca(OH)_2 15% 47,8048 ppm. Penurunan HCN yang signifikan dan beda nyata terjadi pada konsentrasi Ca(OH)_2 5%, 10% dan 15% bila di bandingkan dengan

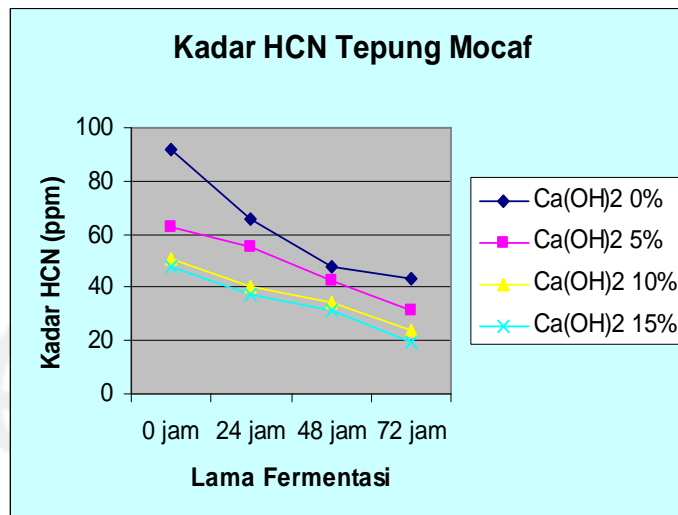
konsentrasi $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 0%, sedangkan pada konsentrasi $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 10% dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 15% tidak berbeda nyata kadar HCN nya.

Sedangkan perlakuan lama fermentasi juga memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar HCN tepung mocaf. Kadar HCN tepung mocaf juga mengalami penurunan seiring dengan lamanya fermentasi bila di bandingkan dengan kontrol. Berdasarkan Tabel 4.4 perlakuan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 0% pada penelitian ini HCN mengalami penurunan yang cukup signifikan dan berbeda nyata pada fermentasi ke 24 jam bila dibandingkan fermentasi 0 jam. Sedangkan pada fermentasi ke 48 jam dan 72 jam penurunan HCN tidak berbeda nyata, tetapi bila di bandingkan dengan kontrol atau fermentasi 0 jam dan fermentasi 24 jam akan memberikan beda nyata. Berdasarkan tabel 4.4 pada perlakuan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 5% HCN akan mengalami penurunan yang signifikan dan memberikan beda nyata pada fermentasi 24 jam, 48 jam dan 72 jam bila dibandingkan dengan kontrol / fermentasi 0 jam.

Berdasarkan Tabel 4.4 perlakuan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 10% dibandingkan dengan perlakuan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 15% pada penelitian ini tidak memberikan beda nyata pada fermentasi 0 jam, 24 jam, 48 jam dan 72 jam. Perlakuan fermentasi 24 jam dibandingkan dengan fermentasi 48 jam pada perendaman $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 10% dan 15% tidak memberikan beda nyata, tetapi memberikan beda nyata dengan fermentasi 0 jam dan 72 jam.

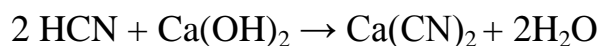
Dari Gambar 4.4 dapat dilihat bahwa kadar HCN tepung mocaf dengan variasi perlakuan perendaman $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan lama fermentasi cenderung mengalami penurunan yang cukup signifikan (Tabel 4.4) dari fermentasi ke 0 jam sampai 72 jam, baik dengan perlakuan awal perendaman $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 0%, 5%, 10%, 15%. Berdasarkan Tabel 4.4 dapat disimpulkan bahwa semakin lama fermentasi, kadar HCN tepung mocaf akan semakin turun. Berdasarkan Tabel 4.4 Lama fermentasi memberikan pengaruh yang beda nyata dari fermentasi ke 0 jam sampai fermentasi ke 72 jam. Berdasarkan Tabel 4.4 besarnya HCN pada fermentasi ke 72 jam dengan perlakuan perendaman $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 0%, 5%,

10%, 15% berturut-turut adalah 43,0917 ppm ; 31,6915 ppm ; 23,9138 ppm ; 19,1809 ppm.



Gambar 4.4 Grafik Kadar HCN (ppm) pada Tepung Mocaf dengan Berbagai Perlakuan

Penurunan kadar HCN pada penelitian tepung mocaf ini sesuai dengan pendapat Wahyuningsih (2009), bahwa hydrogen sianida merupakan asam yang mudah larut dalam air, sehingga dapat berkurang. Selain itu, senyawa sianida akan berkurang jika bereaksi dengan salah satu senyawa yang bersifat basa, misalnya adalah calcium hidroksida (Ca(OH)_2). Hal ini akan mengakibatkan ion-ion CN^- yang ada pada struktur HCN akan berikatan dengan kalsium hidroksida yang sehingga membentuk suatu garam yang kompleks, yaitu garam cianida. Berikut reaksi dari senyawa HCN bila direaksikan dengan Ca(OH)_2 membentuk Ca(CN)_2 :



Fermentasi asam laktat yang umumnya digunakan dalam pengolahan produk ubi kayu juga membantu dalam hidrolisis dari gula glucosides cyanogenic dan HCN, dan dapat dihilangkan lebih lanjut dalam pengolahan dengan pemanasan (Akingbala *et al.*, 2005). Winarno (2002) mengungkapkan bahwa pengolahan ubi kayu pahit mendapatkan perlakuan pengeringan, perendaman sebelum dimasak atau fermentasi

selama beberapa hari. Dengan perlakuan tersebut, linamarin banyak yang rusak dan kadar HCN turun hingga tinggal 10 sampai 40 mg/kg ubi kayu kupas. HCN mudah hilang dengan perebusan asal tutup panci tidak ditutup rapat. Dengan pemanasan enzim pemecah linamarin menjadi inaktif sehingga HCN tidak terbentuk.

Bourdoux *et al* (1982) juga menyatakan bahwa perendaman ubi kayu selama satu hari akan menurunkan kadar HCN sebesar 45 % dari kadar HCN ubi segar jika dilanjutkan sampai 96 jam (4 hari) kadar HCN turun 90 %, jika dilanjutkan sampai lima hari, kadar HCN akan hilang 100% tetapi ubinya akan busuk. Tinay *et al.* (1984) dalam Wahyuningsih (1990) menyatakan bahwa fermentasi terutama ditujukan untuk mengurangi atau menghilangkan kadar HCN dari ubi kayu pada pH rendah.

Menurut Wahyuningsih (1990), menyebutkan bahwa kandungan kadar HCN yang diijinkan pada gari tradisional adalah maksimum 19 ppm. Namun sebenarnya menurut FAO, ubi kayu dengan kadar HCN maksimum 50 ppm masih aman untuk dikonsumsi manusia (Winarno, 1988), sehingga tepung mocaf pada penelitian ini aman di konsumsi oleh manusia.

5. Viskositas

Viskositas merupakan salah satu sifat fisik pada tepung yang cukup penting. Viskositas didefinisikan sebagai tenaga gesekan internal yang terjadi dalam suatu cairan atau fluida. Tujuan dilakukan pengujian viskositas adalah untuk mengetahui tingkat kekentalan tepung mocaf. Berdasarkan metode standar (FAO, 1990) yang dikutip dalam Samsuari (2006), viskositas tepung diukur pada suhu 29 °C dengan konsentrasi 2%. Viskositas tepung mocaf diukur menggunakan alat *stomer viscometer*. Pada Tabel 4.5 viskositas sampel tepung mocaf dengan variasi lama fermentasi dan konsentrasi perendaman dengan Ca(OH)₂ ini berkisar antara 19,5817- 26,0733 c poise.

Tabel 4. 5 Hasil Analisa Viskositas (c poise) Tepung Mocaf dengan Berbagai Perlakuan

Lama Fermentasi	Konsentrasi Ca(OH) ₂			
	0% (P1)	5% (P1)	10% (P1)	15% (P1)
0 jam (F1)	19,58 ^a	19,85 ^a	23,86 ^f	24,33 ^{fg}
24 jam (F2)	20,81 ^b	21,19 ^{bc}	24,20 ^f	25,76 ^h
48 jam (F3)	21,52 ^{cd}	21,69 ^{cd}	24,07 ^f	25,98 ^h
72 jam (F4)	21,91 ^d	22,72 ^e	24,80 ^g	26,07 ^h

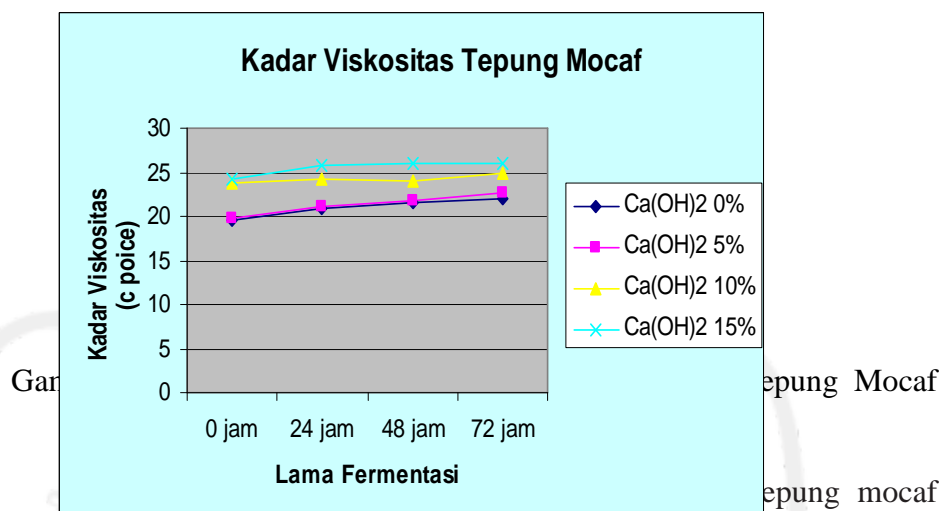
*) notasi yang berbeda menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

Dari hasil analisis statistik dapat diketahui bahwa perlakuan perendaman dengan Ca(OH)₂ memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap viskositas sampel tepung mocaf. Hal ini dapat dilihat dari notasi yang berbeda dibelakang angka viskositas (Tabel 4.5). Semakin tinggi konsentrasi Ca(OH)₂ semakin besar viskositas dari tepung mocaf. Berdasarkan Tabel 4.5 perlakuan fermentasi ke 0 jam, 24 jam, dan 48 jam pada perendaman Ca(OH)₂ 0% dan Ca(OH)₂ 5% tidak menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap besarnya viskositas pada tepung mocaf tetapi berbeda nyata pada fermentasi 72 jam.

Sedangkan pada perlakuan Ca(OH)₂ 10% dibanding dengan Ca(OH)₂ 15% sebagian besar menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata. Perlakuan fermentasi 0 jam pada Ca(OH)₂ 10% dibanding dengan Ca(OH)₂ 15% tidak menunjukkan beda nyata, tetapi akan memberikan beda nyata pada fermentasi 24 jam, 48 jam dan 72 jam.

Perlakuan lama fermentasi juga memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap tepung mocaf. Semakin lama fermentasi besarnya viskositas semakin tinggi. Pada Tabel 4.5 fermentasi ke 24 jam bila dibandingkan dengan fermentasi 0 jam memberikan pengaruh yang berbeda nyata pada perlakuan Ca(OH)₂ 0%, 5%, 15% kecuali pada perlakuan Ca(OH)₂ 10%. Pada fermentasi ke 24 jam bila dibandingkan dengan fermentasi ke 48 jam pada sampel perlakuan Ca(OH)₂ 5%, 10%, dan 15% tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata, kecuali pada sampel Ca(OH)₂ 0% memberikan pengaruh yang berbeda nyata. Pada

fermentasi ke 24 jam bila dibandingkan dengan fermentasi 72 jam memberikan pengaruh yang berbeda nyata pada perlakuan Ca(OH)_2 0%, 5%, 10%, dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan Ca(OH)_2 15%.



dengan perlakuan perendaman Ca(OH)_2 akan mengalami kenaikan. Pada penelitian ini kenaikan nilai viskositas akan berbanding lurus dengan perlakuan perendaman dengan Ca(OH)_2 . Hal ini dikarenakan kandungan pati yang berada pada umbi singkong khususnya amilopektin akan berikatan dengan ion kalsium dan berfungsi untuk memperkuat struktur dinding sel. Dengan kemampuan kalsium untuk membentuk kompleks tak larut dengan amilopektin bersama kelompok karboksil bebas pada rantai amilopektin akan membentuk formasi yang kuat sehingga mengakibatkan nilai viskositas pada sampel tepung mocaf akan meningkat.

Dari Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa viskositas tepung mocaf dengan variasi perlakuan lama fermentasi akan mengalami kenaikan. Pada penelitian ini viskositas tepung mocaf cenderung mengalami kenaikan yang signifikan (Tabel 4.5) dari fermentasi ke 0 jam sampai 72 jam, baik dengan perlakuan awal perendaman Ca(OH)_2 0%, 5%, 10%, 15%. Berdasarkan Tabel 4.5 besarnya viskositas pada fermentasi ke 0 jam, 24 jam, 48 jam, dan 72 jam mengalami peningkatan yang cukup signifikan pada konsentrasi Ca(OH)_2 10% .

Wahyuningsih (2008), menyatakan bahwa dengan adanya penambahan air pada fermentasi, molekul-molekul pati akan menyerap air sehingga memecahkan kristal amilosa dan memutuskan ikatan-ikatan struktur dari molekul. Amilosa akan mulai terdifusi keluar dari jaringan, yang akhirnya jaringan tersebut hanya terdiri dari sebagian besar amilopektin (Harper, 1981). Winarno (2002), Santosa *et al.* (2006), serta Widaningrum dan Purwani (2006) menyatakan bahwa kadar amilosa suatu bahan pangan berpengaruh pada sifat amilografnya.

Dari Tabel 4.5 dapat dilihat perlakuan fermentasi memberikan pengaruh besar terhadap viskositas tepung mocaf. Ini dapat dilihat bahwa semakin lama fermentasi yang dilakukan maka nilai viskositas yang dihasilkan akan semakin tinggi (Tabel 4.5). Hal ini dikarenakan dengan adanya fermentasi, mikrobia yang tumbuh selama fermentasi akan menghasilkan enzim pektinolitik dan selulolitik yang dapat menghancurkan dinding sel singkong sedemikian rupa sehingga terjadi liberasi granula pati. Proses liberasi ini akan menyebabkan perubahan karakteristik dari tepung yang dihasilkan berupa naiknya viskositas, kemampuan gelasi, daya rehidrasi dan kemudahan melarut. (Wahjuningsih, 1990).

Sebagai suatu polimer glukosa, amilosa dan amilopektin merupakan dua komponen terbesar pati. Amilosa memiliki struktur linier dengan ikatan 1,4- α -D-glukosida serta membentuk bagian amorph dari pati, sedangkan amilopektin mempunyai rantai cabang yang bertemu dengan rantai linier pada ikatan 1,6- α -D-glukosida dan membentuk bagian kristalin dari pati. Komposisi dari amilosa dan amilopektin berbeda-beda untuk tiap jenis pati dimana hal ini juga mempengaruhi sifat karakteristik dari pati (Belitz dan Grosch, 1999; McWilliams, 2001).

Dengan adanya fermentasi, mikrobia akan mendegradasi dinding sel yang menyebabkan kerusakan struktur dan integritas granula pati. Kerusakan integritas pati menyebabkan granula pati menyerap air, sehingga sebagian fraksi terpisah dan masuk ke dalam medium.

(Greenwood, 1979). Semakin kecil kandungan amilosa atau semakin tinggi kandungan amilopektinnya, maka pati cenderung menyerap air lebih banyak (Tjokroadikusomo, 1986). Dengan uraian tersebut maka fraksi pati yang ada pada ubi kayu yaitu amilosa dan amilopektin juga akan mengalami kerusakan, karena adanya fermentasi dan air yang digunakan untuk media fermentasi tersebut, ini mengakibatkan fraksi amilosa akan terlarut dengan air dan fraksi amilopektin tidak akan larut dengan air. Dengan keluarnya fraksi amilosa dari medium maka kandungan fraksi amilopektinnya semakin besar.

Komposisi pati yang sebagian besar terdiri dari amilopektin membuat struktur pati lebih terbuka sehingga air akan lebih mudah masuk, berpenetrasi ke dalam granula pati dan menyebabkan granula pati membengkak (swollen) yang ditunjukkan dengan semakin meningkatnya nilai viskositas. Menurut Wuzburg, adanya percabangan pada amilopektin akan menghalangi gerakan dan kecenderungan untuk saling mendekati dalam membentuk ikatan hidrogen. Hal ini menyebabkan amilopektin lebih stabil dan lebih tahan terhadap perubahan-perubahan dibanding amilosa. Hal tersebut berpengaruh terhadap viskositas pada tepung mocaf, semakin banyak amilosa yang keluar maka viskositasnya akan semakin besar.

Dalam Subagyo (2006), bila dibandingkan dengan pati tapioka, viskositas dari mocaf lebih rendah. Hal ini karena pada tapioka komponen pati mencakup hampir seluruh bahan kering, sedangkan pada mocaf komponen selain pati masih dalam jumlah yang signifikan. Namun demikian dengan lama fermentasi 72 jam akan didapatkan produk mocaf yang mempunyai viskositas mendekati tapioka. Hal ini dapat dipahami bahwa, dengan fermentasi yang lama maka akan semakin banyak sel ubi kayu yang pecah, sehingga liberasi granula pati menjadi sangat ekstensif.

B. Sifat Fisik Tepung Mocaf

1. Derajat Keputihan

Derajat keputihan tepung bergantung pada bahan dasar yang diolah. Warna ubi kayu varietas pandemir (L2) tergolong putih sehingga nilai derajat putihnya lebih tinggi. Pada umumnya konsumen lebih memilih tepung yang berwarna putih.

Pada penelitian ini dilakukan uji derajat keputihan (warna) pada tepung mocaf dengan menggunakan system $L^*a^*b^*$ dengan menggunakan alat *Color Reader CR- 100* (Minolta, Jepang), untuk mengetahui intensitas warna yang dihasilkan tepung mocaf dengan variasi lama fermentasi dan konsentrasi perendaman dengan Ca(OH)_2 yang dapat dilihat pada Tabel 4.6. Pada Tabel 4.6 derajat keputihan sampel tepung mocaf dengan variasi lama fermentasi dan konsentrasi perendaman dengan Ca(OH)_2 ini berkisar antara 85,195 - 90,1567 (Tabel 4.6).

Tabel 4.6. Kadar Derajat Keputihan (L) Tepung Mocaf

Lama Fermentasi	Konsentrasi Ca(OH)_2			
	0% (P1)	5% (P1)	10% (P1)	15% (P1)
0 jam (F1)	85,19 ^a	86,57 ^c	87,08 ^{def}	87,23 ^{efg}
24 jam (F2)	85,95 ^b	86,82 ^{cde}	87,44 ^{fgh}	87,52 ^{fghi}
48 jam (F3)	86,63 ^{cd}	87,37 ^{fg}	87,70 ^{ghi}	88,01 ⁱ
72 jam (F4)	87,36 ^{fg}	87,88 ^{hi}	88,72 ^j	90,15 ^k

*) notasi yang berbeda menunjukkan beda nyata ($P < 0,05$)

Keterangan :

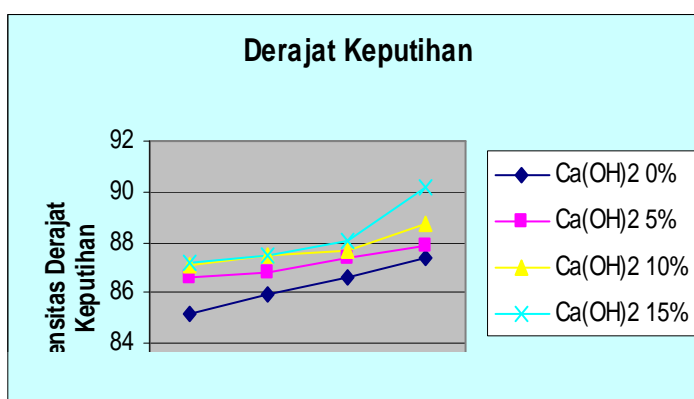
L = Kecerahan warna , L (0) = gelap, L (100) = Cerah

Dari hasil analisa statistik menunjukkan bahwa perlakuan perendaman Ca(OH)_2 dengan konsentrasi yang berbeda memberikan pengaruh terhadap derajat keputihan tepung mocaf (Tabel 4.6). Hal ini ditunjukkan pada sampel dengan perendaman Ca(OH)_2 dengan konsentrasi yang berbeda memiliki notasi yang berbeda dibelakang angka pada derajat keputihan. Semakin banyak konsentrasi Ca(OH)_2 yang digunakan derajat keputihannya akan semakin besar. Hal ini terlihat pada Tabel 4.6 tepung mocaf yang direndam dengan Ca(OH)_2 pada konsentrasi 5%, 10 %, 15% bila dibandingkan dengan kontrol derajat keputihannya semakin besar, yang besarnya masing-masing Ca(OH)_2 0 % (85,1950); Ca(OH)_2 5 % (86,5717); Ca(OH)_2 10 % (87,0867); Ca(OH)_2 15 % (87,2300) (Tabel 4.6).

Berdasarkan Tabel 4.6 dapat dilihat bahwa perlakuan Ca(OH)_2 5% bila dibandingkan dengan Ca(OH)_2 10% sebagian besar menunjukkan beda nyata. Perlakuan Ca(OH)_2 5% pada fermentasi 0 jam, 24 jam dan 72 jam di bandingkan dengan Perlakuan Ca(OH)_2 10% memberikan beda nyata, tetapi pada fermentasi 48 jam tidak memberikan beda nyata. Sedangkan pada perlakuan Ca(OH)_2 10% dibandingkan perlakuan Ca(OH)_2 15% tidak memberikan pengaruh beda nyata pada fermentasi 0 jam, 24 jam dan 48 jam, tetapi memberikan beda nyata pada fermentasi 72 jam.

Berdasarkan Tabel 4.6 lama fermentasi juga memberikan pengaruh yang berbeda nyata pada sampel tepung mocaf. Semakin lama fermentasi derajat keputihan yang dihasilkan akan semakin tinggi. Pada perlakuan Ca(OH)_2 0% dengan fermentasi 0 jam berbeda nyata bila dibandingkan dengan fermentasi ke 24 jam yaitu sebesar masing-masing 85,1950 (0 jam) dan 85,9517 (24 jam). Sedangkan perlakuan Ca(OH)_2 5%, 10%, dan 15% pada fermentasi 24 jam bila dibandingkan dengan kontrol/ fermentasi 0 jam tidak berbeda nyata. Hal ini ditunjukkan pada Tabel 4.6 memiliki notasi yang sama dibelakang angka pada intensitas derajat keputihan.

Pada perlakuan Ca(OH)_2 0% dan 5% pada fermentasi 48 jam memberikan beda nyata dibandingkan dengan fermentasi 24 jam, tetapi pada perlakuan Ca(OH)_2 10% dan 15% pada fermentasi 48 jam dibandingkan dengan fermentasi 24 jam tidak memberikan pengaruh beda nyata. Sedangkan fermentasi 48 jam dan 72 jam pada semua perlakuan Ca(OH)_2 0%, 5%, 10%, dan 15% memberikan pengaruh yang berbeda nyata.



Gambar 4.6 Grafik Derajat Keputihan pada Tepung Mocaf dengan
Berbagai Perlakuan

Dari Gambar 4.6 dapat dilihat bahwa derajat keputihan tepung mocaf dengan variasi perlakuan perendaman Ca(OH)_2 dan lama fermentasi. Pada penelitian ini derajat keputihan tepung mocaf cenderung mengalami kenaikan yang signifikan (Tabel 4.6) dari fermentasi ke 0 jam sampai 72 jam, baik dengan perlakuan awal perendaman Ca(OH)_2 0%, 5%, 10%, 15%. Derajat keputihan tertinggi yaitu pada sampel tepung mocaf yang direndam dengan Ca(OH)_2 15% dan difermentasi 72 jam sebesar 90,1567. Sedangkan intensitas derajat keputihan terendah pada tepung mocaf yang tanpa mengalami perlakuan perendaman Ca(OH)_2 dan fermentasi (control) sebesar 85,1950 (Tabel 4.6).

Lama perendaman larutan Ca(OH)_2 berpengaruh terhadap kenaikan kualitas warna dari tepung yang dihasilkan. Hal ini berarti semakin lama perendaman larutan Ca(OH)_2 , maka semakin jernih warna yang dihasilkan. Secara kimiawi larutan kapur tohor mengeluarkan banyak panas, bersifat basa, dan mudah menarik gas asam arang dari udara, sehingga air mudah keruh (Setyowati, 2000 : 24) hal ini menyebabkan pigmen warna pada bahan ikut terlarut pada perendaman larutan Ca(OH)_2 . Dengan demikian ubi kayu yang telah direndam menjadi jernih dan akan memungkinkan tepung mocaf yang dihasilkan akan berwarna putih.

Dalam Wahyuningsih (2008) menyebutkan bahwa fermentasi pada pembuatan *gari* menggunakan cara basah, artinya pada saat fermentasi berlangsung dilakukan perendaman dalam air, perendaman akan mencegah

bahan mengalami pencoklatan (browning). Menurut Kusumanto (2009), kandungan protein yang ada pada tepung ubi kayu dapat menyebabkan warna coklat ketika pengeringan atau pemanasan. Menurut Hidayat (2009), sebagian besar jenis protein dapat larut dalam air. Ubi kayu merupakan sumber energi yang kaya karbohidrat namun sedikit protein. Berdasarkan uraian tersebut, perendaman ubi kayu dengan air dapat menurunkan kadar protein karena jenis protein yang terdapat dalam ubi kayu dapat larut dalam air. Dari uraian tersebut, kandungan protein bahan sangat berpengaruh terhadap derajat putih tepung mocaf.

Pada pembuatan produk tepung diperlukan ubi kayu yang tidak banyak mengandung protein, karena tepung yang mengandung protein lebih dari 2 % warnanya menjadi kurang putih dan lekas berbau "apek" serta tidak dapat disimpan dalam jangka waktu yang lebih lama (Buletin Kebun Raya, 1979). Dari uraian tersebut, kandungan protein bahan sangat berpengaruh terhadap derajat putih tepung mocaf. Dalam Subagyo (2002), menyebutkan bahwa warna cerah pada tepung mocaf karena tidak terjadi proses hidrolisis protein, sehingga pencoklatan yang disebabkan oleh reaksi mailard tidak berlangsung secara intensif. Sedangkan pada tepung mocaf tanpa perlakuan fermentasi memiliki intensitas warna yang lebih rendah hal ini disebabkan karena terjadi proses hidrolisis sehingga terjadi pemutusan ikatan peptide oleh enzim protease menghasilkan gugus amina yang merupakan bahan reaksi Mailard, dimana pada keadaan ini amina protein bereaksi dengan gugus aldehid atau keton dari gula pereduksi sehingga menghasilkan warna coklat (Subagyo, 2002).

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan penelitian pengaruh lama fermentasi dan konsentrasi $\text{Ca}(\text{OH})_2$ untuk perendaman terhadap karakteristik tepung mocaf (*modified cassava flour*) varietas singkong pahit (Pandemir) :

1. Variasi perlakuan lama fermentasi (0 jam, 24 jam, 48 jam dan 72 jam) dan perendaman dengan Ca(OH)_2 (0 %, 5%, 10%, 15%) memberikan pengaruh terhadap sifat kimia tepung mocaf. Semakin tinggi konsentrasi Ca(OH)_2 , kadar air, viskositas, derajat asam, HCN dan kadar protein semakin rendah. Semakin lama fermentasi, kadar air, kadar asam dan viskositas semakin tinggi, sedangkan HCN dan kadar protein semakin menurun.
2. Variasi perlakuan lama fermentasi (0 jam, 24 jam, 48 jam dan 72 jam) dan perendaman dengan Ca(OH)_2 (0 %, 5%, 10%, 15%) memberikan pengaruh terhadap sifat fisik tepung mocaf. Semakin tinggi konsentrasi Ca(OH)_2 dan lama fermentasi, derajat keputihan tepung mocaf akan semakin tinggi.

B. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai proses pembuatan tepung mocaf dengan metode lain, seperti metode enzimatis atau metode kering (tanpa perendaman).
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai aplikasi tepung mocaf dari varietas ubi kayu pahit dalam produk olahan makanan.

Anonim. 2007. *Kimia Logam Golongan Utama*. <http://old.inorgphys.chem.itb.ac.id/>. Diakses pada tanggal 30 Oktober 2009.

Anonim. 2009. *Kalsium Hidroksida*. <http://rouussfff.chem.itb.ac.id/>. Diakses pada tanggal 30 Oktober 2009.

Anonim. 2009. *Panen dan Pasca Panen Ubi kayu*. <http://dfff.budidaya>.

- .ac.id/. Diakses pada tanggal 25 Juli 2009.
- Akingbala, J. O., Oyewole, O. B. Uzo-Peters, P. I., Karim, R. O., and Bacuss Taylor, G. S. H. 2005. *Evaluating stored cassava quality in gari production*, Journal of Food, Agriculture and Environment 3, 75-80.
- AOAC, 1995. *Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemist*. Washington DC, 27 p.
- Biro Pusat Statistik. 2008. *Statistik Industri dan Perdagangan*. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Bourdoux, P. D. dkk. 1982. *Cassava Product, Content dan Detoxification Process*. IPRL. Ottawa.
- Ejiofor, M. A. N. dan N. Okafor. 1980. Comparison Pressed and Unpressed Cassava Pulp for Gari Making. Di dalam Tropical Root Crops Research Strategies for the 1980S. Proceedings of The First Triennial Root Crops Symposium of The International Society for Tropical Root. Africa Branch
- JECFA. 1993. Cyanogenic glycosides. In: *Toxicological evaluation of certain food additives and naturally occurring toxicants*. Geneva, World Health Organization, 39th Meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (WHO Food Additives Series 30). Available at
- Fardiaz, D., N. Andarwulan, C. H. Wijaya dan N. L. Puspitasari. 1992. *Petunjuk Laboratorium Teknik Analisis Sifat Kimia dan Fungsional Komponen Pangan*. PAU Pangan dan Gizi IPB Bogor.
- Haryadi. 2001. *Teknologi Tepung*. Prosiding Seminar Ketahanan Pangan, Yogyakarta, 6 Maret 2001. Kerjasama Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gajah Mada dengan PT. Indofood Sukses Makmur Tbk. Bogasari Flour Mills.
- Kanetro, Bayu dan Setyo Hastuti. 2006. *Ragam Produk Olahan Umbi-umbian*. Unwama Press. Yogyakarta.
- Kobawila, D. Loumbe, S. Keleke, et al. 2005. *Reduction of the cyanide content during fermentation of cassava roots and leaves to produce bikedi and ntoba, two food products from Congo*. Faculté des Sciences, BP 69, Brazzaville-Congo / BP 1286, Pointe-Noire, Congo. Journal of Biotechnology Vol. 4 (7), pp. 689-696.
- Kusmiati, Amarila Malik. 2002. *Aktivitas Bakteiosin dari Bakteri Leuconostoc mesenteroides Pada Berbagai Macam Media*. Jurnal Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI. Makara, Kesehatan, Vol. 6 No.
- McLain, Kelly. 2005. *Draft Human and Environmental Risk Assessment Ofn*

- Calcium Hydroxide*. Washington State Department of Ecology.
- Muljoharjo, S. 1990. *Jambu Mete dan Teknologi Pengolahannya (cidentale L)*. Liberti. Yogyakarta.
- Muchtadi, D. 1989. *Aspek Biokimia dan Gizi dalam Kemasan Pangan*. PAU Pangan dan Gizi. UGM. Yogyakarta.
- Murni. R. Suparjo, Ahmad, B.L. Ginting. 2008. *Potensi dan Faktor Pembatas Pemanfaatan Limbah Sebagai Pakan Ternak*. Buku Ajar Teknologi Pemanfaatan Limbah untuk pakan. Fakultas Peternakan. Universitas Jambi.
- Okafor¹ N. and M. A. N. Ejiofor¹. 2005. *The microbial breakdown of linamarin in fermenting pulp of cassava (Manihot esculenta Crantz)*. Department of Microbiology, University of Nigeria, Nsukka, Nigeria. World Journal of Microbiology and Biotechnology. Volume 2, pages 327-338.
- Rahayu, K. , Slamet Sudarmadji. 1987. *Proses-proses mikrobiologi Pangan*. PAU Pangan dan Gizi. UGM. Yogyakarta.
- Rahayuningsih, R. W, 1995. *Pengaruh Ukuran Partikel Beras terhadap pertumbuhan Sporulasi jamur Kecap (Aspergillus Oryzae dan A. soyae)*. Fakultas Teknologi Pertanian UGM. Yogyakarta.
- Sosrosoedardjo, R. S. dan Bahrain Samad. 1983. *Bercocok Tanam Ubi Kayu*. Yasaguna. Jakarta.
- Subagyo. 2006. *Ubi Kayu Substitusi Berbagai Tepung-tepungan*. Food Review (3), Jakarta.
- Subagyo. 2006. *Pengembangan Tepung Ubi kayu sebagai Bahan Industri Pangan. Seminar Rusnas Diversifikasi Pangan Pokok Industrialisasi Diversifikasi Pangan Berbasis Potensi pangan Lokal*. Kementerian Ristek dan Seafast Center. IPB. Serpong.
- Sudarmadji, dkk. 1989. *Mikrobiologi Pangan*. PAU Pangan dan Gizi. UGM. Yogyakarta.
- Sudarmadji, S., B. Haryono, Suhardi. 1997. *Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty Yogyakarta.
- Suhartina. 2005. *Deskripsi Varietas Unggul Kacang-kacangan dan Umbi-umbian*. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang.
- Suismono. 2001. *Teknologi Pembuatan Tepung dan pati Umbi-umbian Untuk Menunjang Ketahanan Pangan*. Buletin Pangan Edisi No. 37/x/Juli/2001. Hal. 37-49.
- Suyitno dkk. 1989. *Rekayasa Pangan*. PAU Pangan dan Gizi. UGM. Yogyakarta.
- Wahjuningsih, S B. , MP, Ir. Bambang Kunarto, MP, Ir. Adi Sampurno, Msi. 2009. *Kajian Mutu Tepung Mocal (modified cassava flour) yang Dibuat dengan Berbagai Metode, Aplikasinya untuk Mie Kering dan Analisis*

Ekonominya. Laporan Akhir Kegiatan Fasilitasi Pelaksanaan Riset Unggulan Daerah Tahun 2009. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat. Universitas Semarang.

Wahjuningsih, S. B. 1990. *Pengaruh Lama Fermentasi dan Cara Pengeringan terhadap Mutu Gari yang Dihasilkan*. Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian IPB Bogor.

Waspodo, P. 1980. *Efektifitas perendaman dalam NaCl terhadap pelepasan HCN singkong pahit pada pemanfaatan gableks chips*. Buletin FTDC. IPB. Bogor.

Winarno, F. G. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT Gramedia. Jakarta.

Winarno, 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

