



**KARAKTERISASI SIFAT FISIK-KIMIA SERA MOCAF
(*Modified Cassava Flour*) SINGKONG VARIETAS
CIMANGGU DAN KASPRO**

SKRIPSI

Oleh:

**Nugraha Yuwana
141710101057**

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**KARAKTERISASI SIFAT FISIK-KIMIA SERA MOCAF
(*Modified Cassava Flour*) SINGKONG VARIETAS
CIMANGGU DAN KASPRO**

SKRIPSI

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

Oleh:

Nugraha Yuwana
141710101057

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

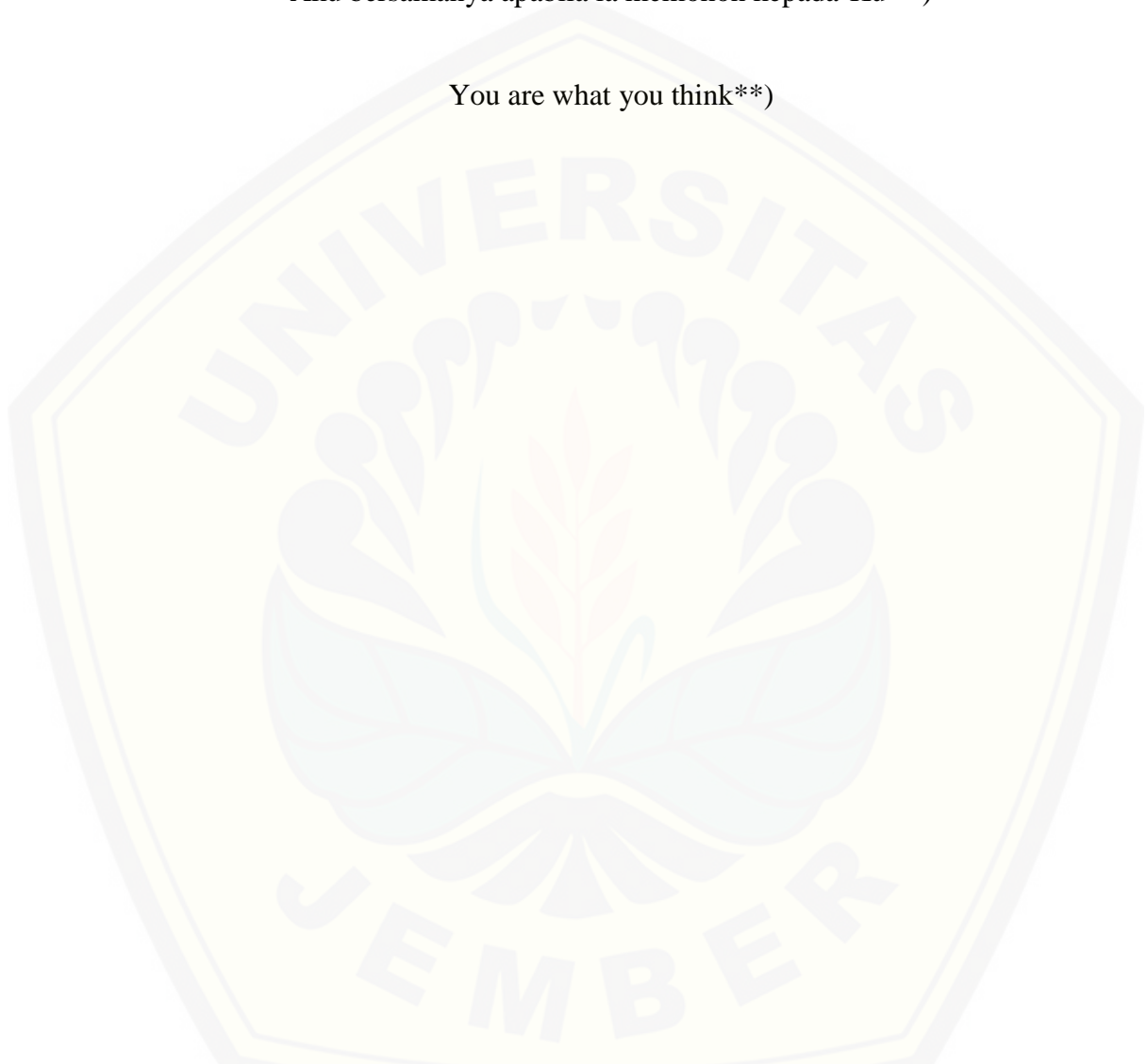
Skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Ibu saya tercinta, Dwi Retno Ningtyas, yang selalu merawat, membimbing, mendoakan, memberi semangat hingga saat ini dan seterusnya;
2. Mas Mus dan Mas Agus, yang bergantian memberi dukungan walau terkadang keadaan tidak memungkinkan;
3. (Alm.) Ir. Wiwik Siti Windrati, M.P., yang telah membimbing, menjadi tempat mencurahkan isi hati dan memberi solusi untuk kesulitan yang ditemui selama pelaksanaan penelitian;
4. Bapak-ibu guru dan para dosen, yang telah membimbing dan mendidik sejak usia balita hingga jenjang pendidikan saat ini;
5. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

MOTTO

Sesungguhnya Allah berfirman: “Aku sesuai prasangka hambaku pada-Ku dan
Aku bersamanya apabila ia memohon kepada-Ku” *)

You are what you think**)



*) Ibrahim, E. 2002. *Hadits Qudsi*. Terjemahan oleh M. Quraish Shihab. Jakarta: Lentera

**) Peale, NV. 2006. *The Power of Positive Thinking*. United Kingdom: Simon and Schuster Inc.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nugraha Yuwana

NIM : 141710101057

menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa karya ilmiah yang berjudul “Karakterisasi Sifat Fisik-Kimia Sera Mocaf (*Modified Cassava Flour*) Singkong Varietas Cimanggu dan Kaspro” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan kepada institusi manapun serta bukan karya penjiplakan. Saya bertanggung jawab atas kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 20 Juli 2018

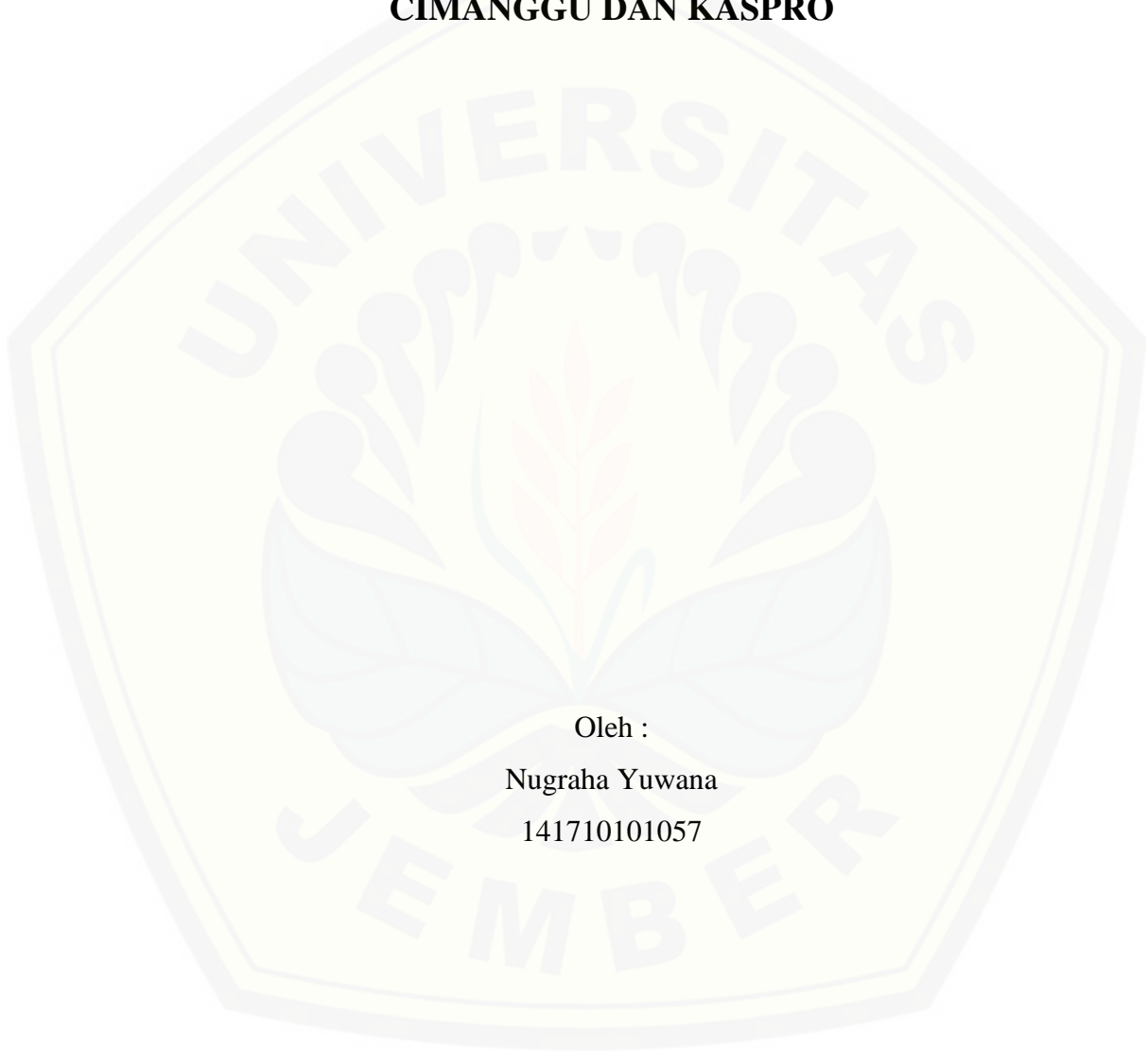
Yang menyatakan

Nugraha Yuwana

141710101057

SKRIPSI

**KARAKTERISASI SIFAT FISIK-KIMIA SERA MOCAF
(*Modified Cassava Flour*) SINGKONG VARIETAS
CIMANGGU DAN KASPRO**



Oleh :

Nugraha Yuwana

141710101057

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Maryanto, M.Eng

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Bambang Herry Purnomo, S.TP., M.Si

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Karakterisasi Sifat Fisik-kimia Sera Mocaf (*Modified Cassava Flour*) Singkong Varietas Cimanggu dan Kaspro” karya Nugraha Yuwana, NIM 141710101057 telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal :

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Dosen Pembimbing:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,

Dr. Ir. Maryanto, M.Eng
NIP. 195410101983031004

Dr. Bambang Herry P, S.TP, M.Si
NIP. 197505301999031002

Tim Penguji:

Penguji Utama,

Penguji Anggota,

Ir. Giyarto, M.Sc
NIP. 196607181993031013

Ahmad Nafi, S.TP., M.P
NIP. 197804032003121003

Mengesahkan
Dekan,

Dr. Siswoyo S., S.TP.,M.Eng.
NIP 196809231994031009

RINGKASAN

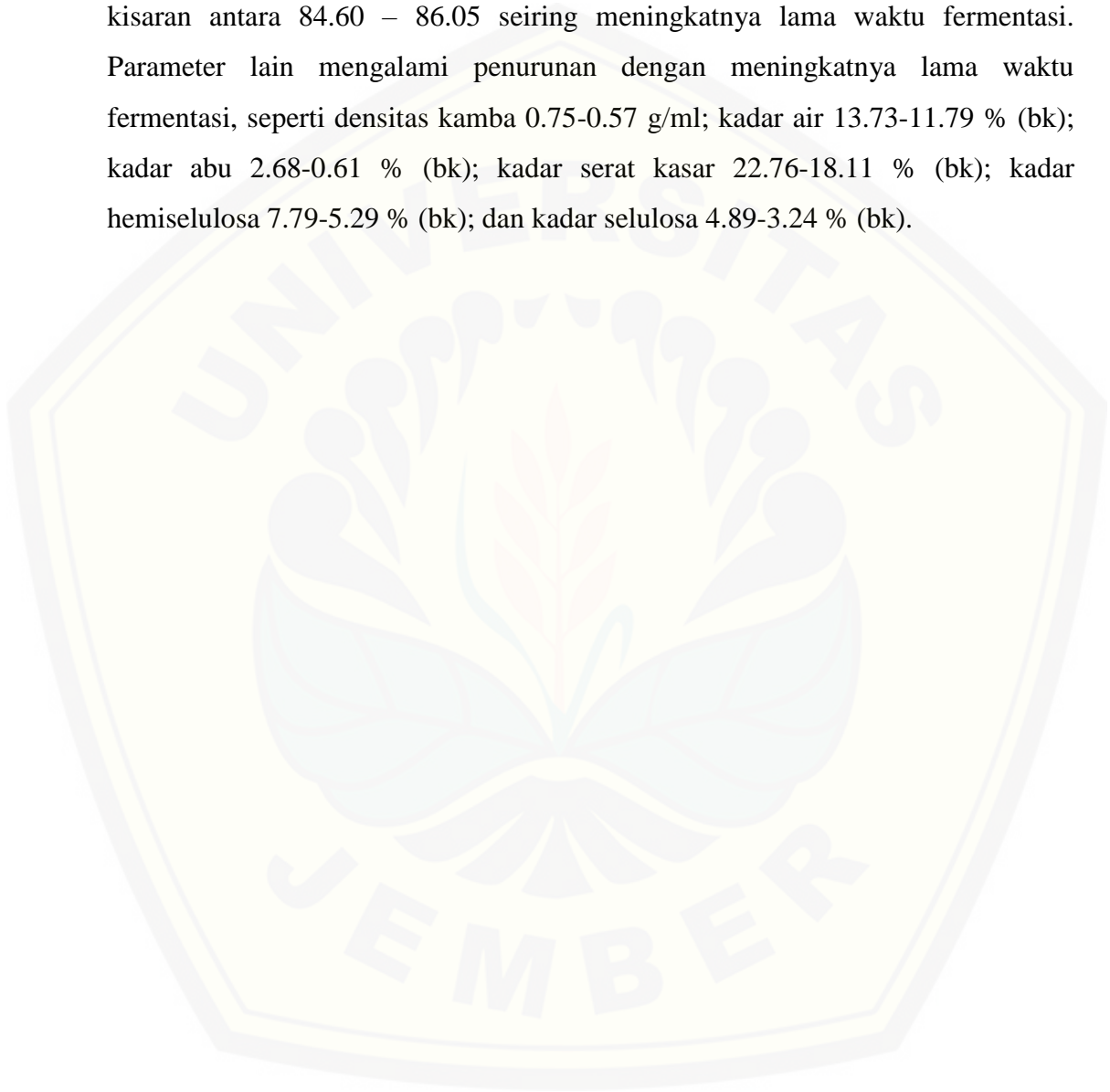
Karakterisasi Sifat Fisik-Kimia Sera Mocaf (*Modified Cassava Flour*) Singkong Varietas Cimanggu dan Kaspro; Nugraha Yuwana; 141710101057; 2018: 63 halaman; Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

MOCAF (*Modified Cassava Flour*) diproduksi secara fermentasi menggunakan bakteri asam laktat, sehingga karakteristiknya berbeda dengan tepung singkong. MOCAF memiliki standar lolos ayakan 100 mesh, sehingga dihasilkan produk samping yang disebut sera. Sera terbentuk karena masih banyak serat yang belum terpecah, sehingga ketika digiling menghasilkan tepung yang tidak seragam ukurannya. Singkong yang digunakan sebagai bahan baku MOCAF memiliki karakteristik bervariasi dan diklasifikasikan dalam tiga varietas berdasarkan kandungan HCN. Semakin tinggi kandungan selulosa, maka tingkat pencernaan sera MOCAF semakin rendah, tetapi dalam pemanfaatannya sebagai produk tinggi serat dapat memberikan struktur fisik yang kuat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik sera MOCAF (*Modified cassava flour*) dari singkong varietas Cimanggu dan Kaspro dengan variasi lama waktu fermentasi.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok faktorial dengan dua faktor dan tiga kali pengulangan. Faktor pertama (A) adalah varietas singkong : varietas Cimanggu (A1) dan varietas Kaspro (A2). Faktor kedua (B) adalah lama fermentasi : 0 jam (B1), 12 jam (B2), dan 24 jam (B3). Parameter yang diamati meliputi derajat putih, densitas kamba, kadar air, kadar abu, kadar serat kasar dan kadar hemiselulosa-selulosa. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan metode ANOVA pada taraf 5% dan diolah menggunakan IBM SPSS 16.0, serta disajikan dalam bentuk grafik dengan index bias (*error bar*).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi varietas singkong dan lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap keseluruhan parameter yang diuji. Penggunaan varietas yang berbeda menunjukkan bahwa varietas Kaspro memiliki derajat putih, densitas kamba, kadar air, kadar serat kasar, hemiselulosa dan

selulosa yang lebih tinggi dibanding varietas Cimanggu. Variasi lama fermentasi menunjukkan bahwa fermentasi 24 jam memiliki densitas kamba, kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar serat kasar, kadar hemiselulosa dan selulosa yang paling rendah. Derajat putih sera mengalami peningkatan dengan kisaran antara 84.60 – 86.05 seiring meningkatnya lama waktu fermentasi. Parameter lain mengalami penurunan dengan meningkatnya lama waktu fermentasi, seperti densitas kamba 0.75-0.57 g/ml; kadar air 13.73-11.79 % (bk); kadar abu 2.68-0.61 % (bk); kadar serat kasar 22.76-18.11 % (bk); kadar hemiselulosa 7.79-5.29 % (bk); dan kadar selulosa 4.89-3.24 % (bk).



SUMMARY

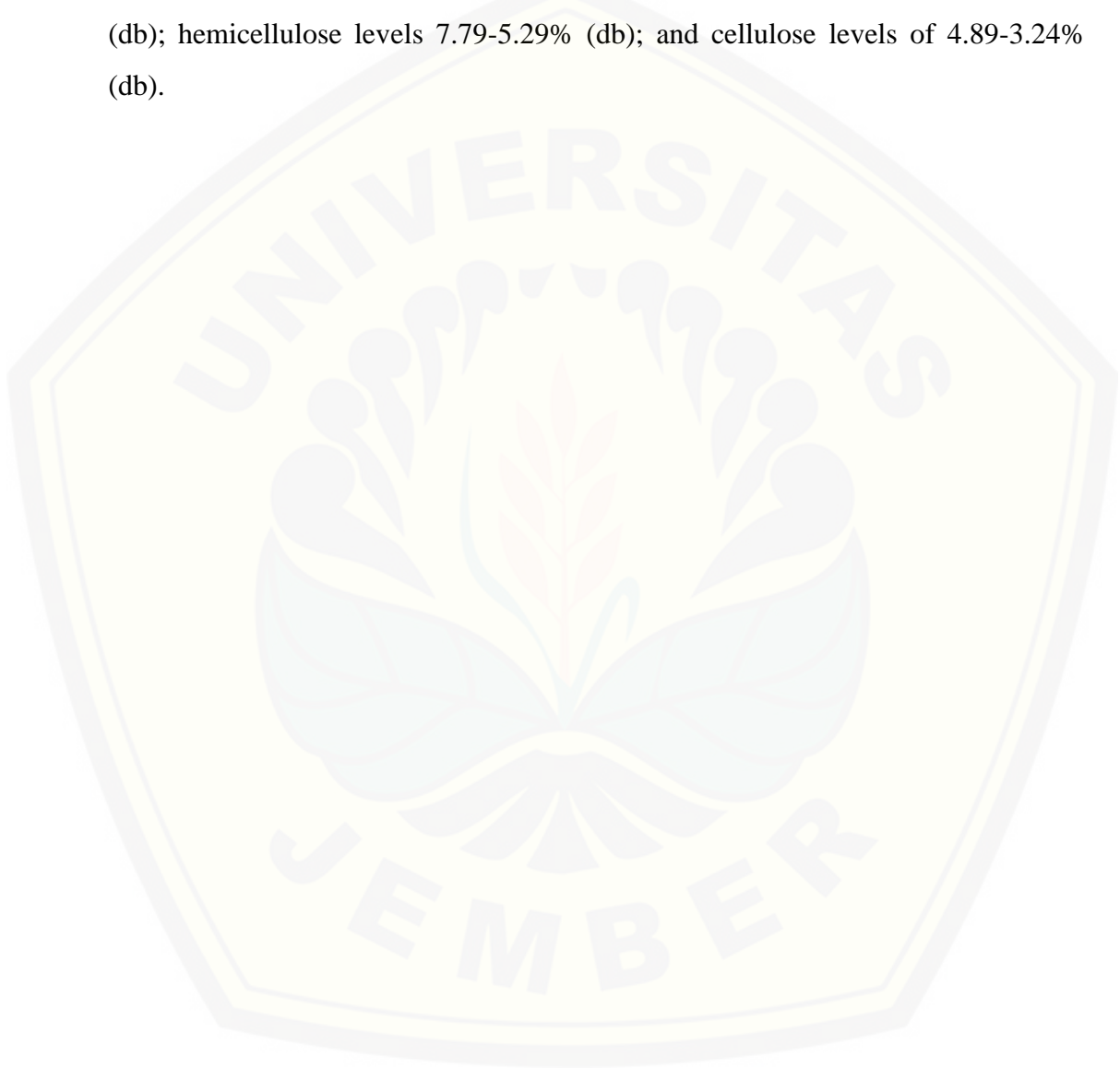
Characterization of Physical-Chemical Properties Sera Mocaf (Modified Cassava Flour) Cimanggu and Kaspro Cassava Varieties; Nugraha Yuwana; 141710101057; 2018: 63 pages; Department of Agricultural Product Technology, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

MOCAF (Modified Cassava Flour) was produced by fermentation using lactic acid bacteria, so its characteristics were different from cassava flour. MOCAF had to pass the standard 100 mesh sieve, resulted in a by-product called sera. Sera was formed because there were still many fibers that had not been split, so when milled to produce flour that was not in same size. Cassava used as MOCAF raw material had various characteristics and was classified into three varieties based on HCN content. The higher cellulose content, the lower digestibility level of sera MOCAF, but in its utilization as a high fiber product can provided a strong physical structure. The purposed of this research was to know the characteristic of sera MOCAF (Modified cassava flour) from Cimanggu and Kaspro cassava varieties with variation of fermentation time.

This study used Factorial Random Block Design with two factors and three repetitions. The first factor (A) was cassava varieties: Cimanggu variety (A1) and varieties of Kaspro (A2). The second factor (B) was the fermentation time: 0 hours (B1), 12 hours (B2), and 24 hours (B3). Parameters observed included whiteness degree, bulk density, moisture content, ash content, crude fiber content and hemicellulose-cellulose levels. The data were analyzed using ANOVA method at 5% level and processed using IBM SPSS 16.0, and presented in graphical form with index of bias (error bar).

The results showed that variation of cassava varieties and fermentation time had significant effect on all parameters tested. The used of different varieties showed that the Kaspro varieties had higher whiteness degree, bulk density, moisture content, crude fiber content, hemicellulose and cellulose level than Cimanggu varieties. The fermentation length showed that 24 hour fermentation had lowest bulk density, moisture content, ash content, protein content, fat

content, crude fiber content, and hemicellulose-cellulose levels. The whiteness degree of sera increased with the range between 84.60 - 86.05 as the length of fermentation time increased. Other parameters decreased with increased fermentation time, such as bulk density 0.75-0.57 g / ml; water content 13.73-11.79% (db); ash content 2.68-0.61% (db); crude fiber content 22.76-18.11% (db); hemicellulose levels 7.79-5.29% (db); and cellulose levels of 4.89-3.24% (db).



PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Karakterisasi Sifat Fisik-Kimia Sera Mocaf (*Modified Cassava Flour*) Singkong Varietas Cimanggu dan Kaspro”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan S1 (strata satu) Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Selama pelaksanaan dan penyusunan laporan ini, penulis banyak memperoleh bantuan moril maupun materil dari berbagai pihak, maka dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Siswoyo S., S.TP., M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
2. Dr. Ir. Jayus, selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Jember dan Dosen Pembimbing Akademik di semester 8;
3. Dr. Ir. Maryanto, M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dr. Bambang Herry Purnomo, S.TP., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian serta memberikan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini;
4. Nurud Diniyah, S.TP., MP., selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Dosen Pembimbing Proyek Penelitian yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian serta memberikan bimbingan sejak awal perkuliahan hingga akhir penelitian;
5. Ir. Giyarto, M.Sc., selaku Dosen Penguji Utama dan Ahmad Nafi, S.TP., M.P., selaku Dosen Penguji Anggota yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta memberikan bimbingan dalam dalam tahap akhir penyelesaian skripsi ini;
6. Bapak/Ibu Dosen, karyawan, dan teknisi Laboratorium Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
7. Kawan seperjuangan, *Gangsal*, *2coke*, *3dara* dan *Biokim Fans Club*, yang telah berbagi suka dan duka terutama saat alat atau data ada yang bermasalah;

8. Keluarga besar FTP 2014 khususnya THP C yang selalu ada untuk saling berbagi motivasi, *see you on the top*;
9. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu;

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kesalahan dan kekurangan. Kritik dan saran sangat penulis harapkan dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan bagi kita bersama.

Jember, 20 Juli 2018
Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Singkong	4
2.1.1 Varietas Kaspro	6
2.2.2 Varietas Cimanggu	7
2.2 MOCAF	7
2.3 Sera MOCAF	9
2.4 Serat	10
2.4.1 Selulosa	12
2.4.2 Hemiselulosa	13
BAB 3. METODE PENELITIAN	15

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	15
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	15
3.2.1 Alat penelitian	15
3.2.2 Bahan penelitian	15
3.3 Pelaksanaan Penelitian.....	16
3.3.1 Rancangan penelitian	16
3.3.2 Tahapan penelitian	16
3.4 Variabel Pengamatan	19
3.5 Prosedur Analisis	19
3.5.1 Derajat putih	19
3.5.2 Densitas kamba	20
3.5.3 Kadar air	20
3.5.4 Kadar abu	20
3.5.5 Kadar protein	21
3.5.6 Kadar lemak	22
3.5.7 Kadar serat kasar	22
3.5.8 Kadar hemiselulosa dan selulosa	23
3.6 Analisis Data	24
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Derajat Putih	25
4.2 Densitas Kamba	27
4.3 Kadar Air	29
4.4 Kadar Abu	30
4.5 Kadar Protein	32
4.6 Kadar Lemak	34
4.7 Kadar Serat Kasar	36
4.8 Kadar Hemiselulosa	37
4.9 Kadar Selulosa	39
BAB 5. PENUTUP	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41

DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	50



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Komposisi kimia 100 gr singkong	5
Tabel 2.2 Karakteristik singkong di Kabupaten Jember	6
Tabel 2.3 Perbandingan komposisi kimia antara MOCAF dan tepung singkong	8
Tabel 2.4 Perbandingan karakteristik fisik antara MOCAF dan tepung singkong	8
Tabel 2.5 Karakteristik serat tanaman berkayu dan nonkayu	11
Tabel 2.6 Karakteristik serat beberapa jenis bahan pangan	11
Tabel 3.1 Rancangan perlakuan	16

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Struktur selulosa	12
Gambar 2.2 Struktur hemiselulosa	13
Gambar 3.1 Diagram alir pelaksanaan penelitian	16
Gambar 3.2 Diagram alir produksi MOCAF	18
Gambar 4.1 Derajat putih sera MOCAF singkong varietas Cimanggu dan Kaspro selama fermentasi 24 jam	25
Gambar 4.2 Densitas kamba sera MOCAF singkong varietas Cimanggu dan Kaspro selama fermentasi 24 jam	27
Gambar 4.3 Kadar air sera MOCAF singkong varietas Cimanggu dan Kaspro selama fermentasi 24 jam	29
Gambar 4.4 Kadar abu sera MOCAF singkong varietas Cimanggu dan Kaspro selama fermentasi 24 jam	31
Gambar 4.5 Kadar protein sera MOCAF singkong varietas Cimanggu dan Kaspro selama fermentasi 24 jam	33
Gambar 4.6 Kadar lemak sera MOCAF singkong varietas Cimanggu dan Kaspro selama fermentasi 24 jam	34
Gambar 4.7 Kadar serat kasar sera MOCAF singkong varietas Cimanggu dan Kaspro selama fermentasi 24 jam	36
Gambar 4.8 Kadar hemiselulosa sera MOCAF singkong varietas Cimanggu dan Kaspro selama fermentasi 24 jam	38
Gambar 4.9 Kadar selulosa sera MOCAF singkong varietas Cimanggu dan Kaspro	39

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 4.1 Perhitungan derajat putih	50
Lampiran 4.2 Perhitungan densitas kamba	51
Lampiran 4.3 Perhitungan kadar air	53
Lampiran 4.4 Perhitungan kadar abu	54
Lampiran 4.5 Perhitungan kadar protein	55
Lampiran 4.6 Perhitungan kadar lemak	57
Lampiran 4.7 Perhitungan kadar serat kasar	58
Lampiran 4.8 Perhitungan kadar hemiselulosa	60
Lampiran 4.9 Perhitungan kadar selulosa	61
Lampiran 4.10 Dokumentasi penelitian	63

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

MOCAF (*Modified Cassava Flour*) adalah produk olahan dari singkong yang dibuat dengan cara fermentasi menggunakan bakteri asam laktat sehingga memiliki karakteristik khas yang berbeda dari tepung singkong (Subagio *et al.*, 2008). Karakteristik MOCAF jika ditinjau dari SNI 7622:2011 antara lain lolos ayakan 100 mesh sebanyak 90% dari total rendemen, lolos ayakan 80 mesh sebanyak 100% dari total rendemen, kadar air 13% dan derajat putih minimal 87 (BSN, 2011). Singkong yang digunakan sebagai bahan baku MOCAF terbagi menjadi tiga jenis, yaitu singkong dengan kadar HCN <40 ppm, diantara 40-100 ppm dan >100 ppm (Prabawati *et al.*, 2011). Dua jenis varietas singkong yang dipilih dalam penelitian ini ialah singkong Cimanggu yang mewakili varietas manis (HCN <40 ppm) dan singkong Kaspro yang mewakili varietas pahit (HCN >100 ppm). Karakteristik dari singkong Cimanggu berupa kadar pati sebesar 20–30% dan kadar HCN 29.03% (bk) (Nazhrah *et al.*, 2014; Fitriyana *et al.*, 2017) sedangkan singkong Kaspro memiliki kadar pati sekitar 25–32% dan kadar HCN 120.17% (bk) (Roja, 2009; Fitriyana *et al.*, 2017).

Subagio *et al* (2011) menyatakan total produksi MOCAF di Indonesia mencapai sekitar 5000 ton per tahunnya dengan hasil samping berupa “SERA”. Produk ini diperoleh dari komponen tidak lolos ayakan 100 mesh dengan persentase sekitar 33-37% dari total rendemen (Andari, 2011). Jumlah sebanyak ini dapat diasumsikan sebagai sisa bagian dari total serat sebesar 2,5% pada singkong segar (Prabawati *et al.*, 2011). Pendugaan tersebut dikarenakan enzim yang berperan dalam fermentasi merupakan enzim *selulase* yang memecah dinding sel sehingga sera memiliki kandungan serat yang lebih tinggi dibanding MOCAF (Reddy *et al.*, 2008).

Serat dalam pangan terbagi menjadi dua bagian yaitu serat larut air dan serat tidak larut air. Proporsi serat larut air lebih banyak dibanding serat tidak larut ketika bahan masih dalam keadaan segar (Roja, 2009), dengan kandungan utama dari serat larut air berupa gum, pektin dan β -glukan, sedangkan pada serat tidak

larut air terkandung komponen selulosa, hemiselulosa dan lignin (Suparjo, 2010). Sera yang hanya menjadi limbah atau hasil samping dalam produksi MOCAF, masih dapat dimanfaatkan menjadi produk lain dikarenakan serat masih memiliki manfaat antara lain memperpendek waktu transit makanan di usus (Tala, 2009), memperbesar feses (Saputro dan Estiasih, 2015), dan menjadi sumber prebiotik (Pratiwi *et al.*, 2012). Namun sebelum digunakan dalam formulasi bahan pangan, serat perlu diketahui karakteristiknya.

Lama fermentasi mempengaruhi produksi enzim selulolitik dan amilolitik dalam pembuatan MOCAF karena jumlah BAL meningkat dengan semakin bertambahnya waktu yang digunakan (Nusa *et al.*, 2012). Penambahan enzim ini akan merombak dinding sel lebih banyak dan memodifikasi karakteristiknya dari serat tidak larut menjadi molekul lebih sederhana yang larut air. Perubahan karakteristik MOCAF dari penggunaan varietas singkong dan lama fermentasi yang berbeda memungkinkan adanya perubahan pula pada sera yang dihasilkan. Oleh karena itu perlu dilakukan kajian lebih lanjut mengenai karakteristik sera yang dihasilkan.

1.2 Rumusan Masalah

Produksi MOCAF masih memiliki hasil samping berupa limbah tidak lolos ayakan 100 mesh yang disebut "SERA". Pemanfaatan sera di Pabrik MOCAF (PT. Bangkit Cassava Mandiri), masih minim atau hanya dibuang sebagai limbah. Padahal sera masih memiliki kandungan serat yang cukup tinggi sehingga bisa diolah menjadi produk pangan, khususnya produk tinggi serat. Namun sebelum digunakan dalam olahan pangan, sera perlu diketahui karakteristik fisik dan kimianya terlebih dahulu. Penggunaan singkong sebagai bahan baku MOCAF, memiliki kandungan kimia yang berbeda sesuai dengan varietasnya. Peningkatan lama fermentasi dapat meningkatkan pemecahan dinding sel pada singkong. Kedua hal ini dimungkinkan dapat mempengaruhi karakteristik sera sehingga perlu dilakukan kajian lebih spesifik pada varietas Cimanggu dan Kaspro yang difermentasi selama 0, 12 dan 24 jam.

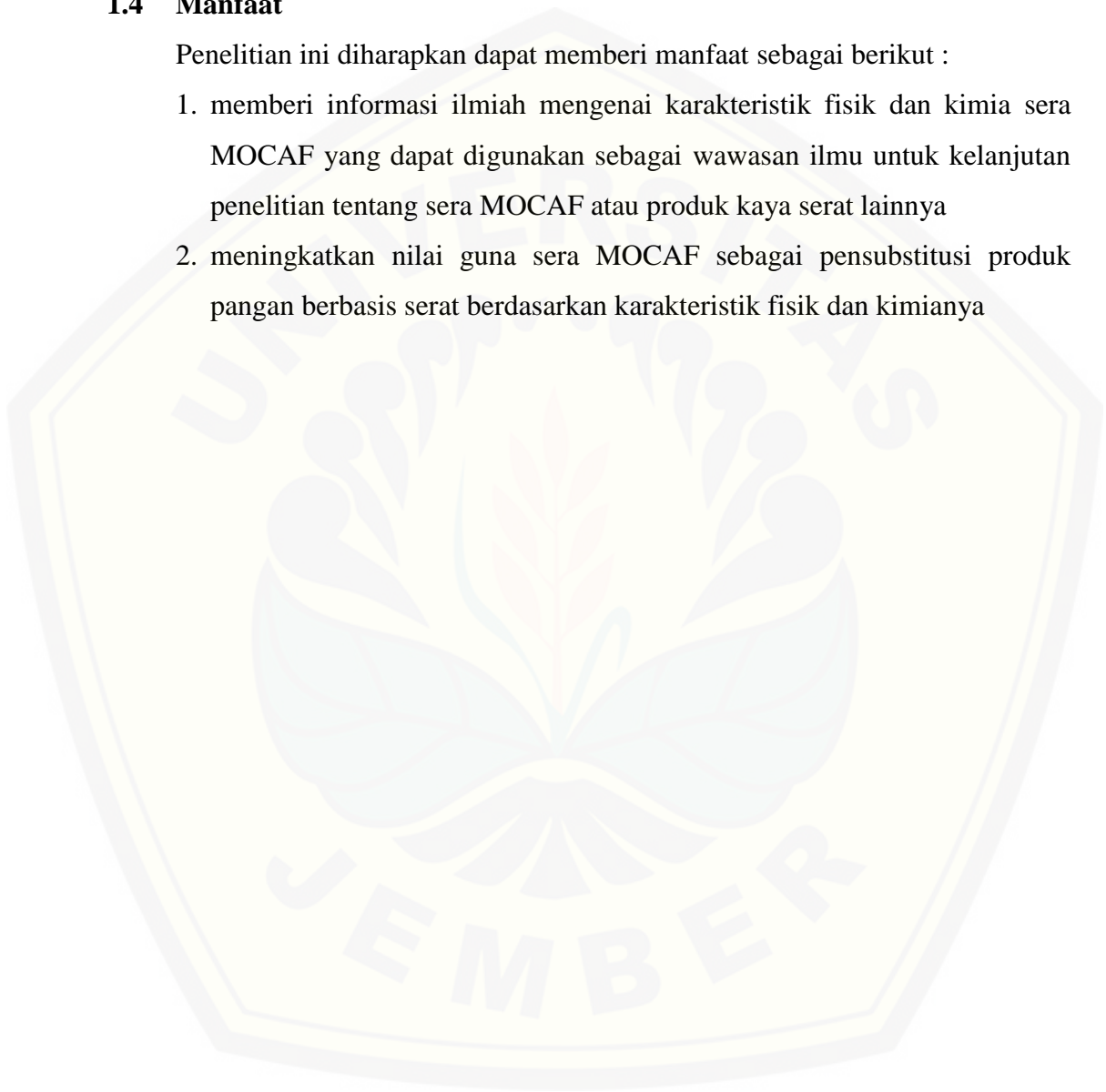
1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik fisik dan kimia sera MOCAF dengan variasi lama fermentasi dan varietas singkong.

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat sebagai berikut :

1. memberi informasi ilmiah mengenai karakteristik fisik dan kimia sera MOCAF yang dapat digunakan sebagai wawasan ilmu untuk kelanjutan penelitian tentang sera MOCAF atau produk kaya serat lainnya
2. meningkatkan nilai guna sera MOCAF sebagai pensubstitusi produk pangan berbasis serat berdasarkan karakteristik fisik dan kimianya



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Singkong

Singkong (*Manihot utilissima* Crantz.) adalah tanaman pangan perdu yang biasa dikenal dengan nama ketela pohon, singkong, atau kasape (Hambali *et al.*, 2007). Singkong biasa ditemukan di daerah yang relatif kering dan memiliki sekitar 100 spesies. Singkong dapat tumbuh di daerah dengan suhu rata-rata 18°C dengan curah hujan diatas 500 mm/tahun (Prihandana *et al.*, 2007). Singkong merupakan tanaman berkayu yang arah pertumbuhan batangnya tegak. Daun tanaman singkong tunggal atau majemuk, duduk tersebar atau berhadapan dengan daun penumpu mirip kelenjar. Bunga tanaman singkong berumah satu atau dua yang hampir selalu berkelamin tunggal, dengan bentuk dan susunan yang beragam. Buah singkong biasanya disebut buah kendaga atau berupa buah buni yang akan pecah menjadi tiga bagian buah ketika sudah masak (Tjitrosoepomo, 2002).

Perkembangan luas panen dan produksi singkong di Indonesia bersifat fluktuatif. Luas area panen singkong cenderung mengalami penurunan ditinjau dari rata-rata luas panen tahun 1980 – 2015. Hasil panen singkong pulau Jawa sebesar 55.41% sedangkan luar Jawa sebesar 44.59%. Hal ini mengalami penurunan menjadi 46.36% di pulau Jawa dan kenaikan menjadi 53.64% di luar Jawa. Hasil produksi singkong pada tahun 2015 mencapai 21. 801.415 ton sedangkan produksinya di daerah Jawa Timur mencapai 3.161.573 ton (BPS, 2015).

Singkong dapat diolah menjadi beragam olahan yang didasarkan pada karakteristik yang dimiliki oleh singkong baik dari segi fisik, kimia atau lainnya. Periode panen singkong juga tidak memiliki patokan yang jelas dikarenakan umbinya terus berkembang dan membesar dengan semakin lama waktu pemanenan (Rubatzky dan Yamaguchi, 1998). Namun dari hal tersebut akan membuat karakteristik singkong secara fisik menjadi semakin keras karena pati yang terkumpul semakin banyak. Karakteristik pati berupa bentuk dan ukuran granula, kandungan amilosa dan kandungan komponen non pati dipengaruhi oleh

faktor genetik, kondisi tempat tumbuh dan umur tanaman (Moorthy, 2004). Berikut merupakan komposisi kimia 100 gram singkong yang disajikan dalam Tabel 2.1

Tabel 2.1 Komposisi kimia 100 g singkong

Komposisi	Jumlah	Komposisi	Jumlah
Energi (kal)	146.0	Besi (mg)	0.7
Protein (g)	1.2	Vitamin A (SI)	0
Lemak (g)	0.3	Vitamin B1 (mg)	0.06
Karbohidrat (g)	34.7	Vitamin B2 (mg)	0.02
Kalsium (mg)	33.0	Vitamin C (mg)	30.0
Fosfor (mg)	4.0	Air (%)	62.5

Sumber : Direktorat Gizi (1996)

Senyawa glikosida sianogenik yang terkandung di dalam singkong dapat berpotensi meracuni tubuh apabila dikonsumsi dalam keadaan teroksidasi menjadi glukosa dan asam sianida oleh enzim linamarase yang ditandai dengan adanya bercak biru pada bagian yang teroksidasi. Jumlah maksimum yang dapat menjadikan zat tersebut beracun ialah sekitar 50 ppm (Prabawati *et al*, 2011). Salah satu cara pengklasifikasian singkong melalui kandungan HCN (asam sianida) yang ada di dalamnya yaitu

- Kadar HCN lebih dari 100 ppm (rasa pahit), seperti varietas Adira II, Adira IV dan Thailand
- Kadar HCN antara 40 hingga 100 ppm (rasa agak pahit), seperti varietas UJ-5 dan Adira III
- Kadar HCN kurang dari 40 ppm (tidak pahit), seperti varietas Adira I dan Manado

Semakin tinggi kadar HCN yang terdapat dalam singkong maka kandungan pati yang ada di dalamnya juga semakin besar. Selain kandungan HCN, singkong juga memiliki kandungan polifenol yang dapat menyebabkan *browning* enzimatis ketika bereaksi dengan enzim polifenol oksidase. Hal ini biasanya sangat berpengaruh apabila singkong akan diolah menjadi tepung sehingga perlu dilakukan *pre treatment* untuk mencegah terjadinya hal tersebut. Cara

pengklasifikasian singkong yang kedua yaitu melalui kadar amilosa. Singkong dibagi menjadi dua bagian yaitu jenis singkong gembur dengan kadar amilosa lebih dari 20%, secara fisik dapat diketahui jika kulit ari yang berwarna coklat terkelupas maka kulit tebalnya mudah dikupas, dan jenis singkong kenyal dengan kadar amilosa kurang dari 20%, dapat diketahui jika kulit ari tidak terkelupas serta kulit tebalnya sulit dikupas (Prabawati *et al*, 2011).

Singkong merupakan sumber karbohidrat kedua terbesar setelah beras, pengembangan teknologi pengolahan singkong terus meningkat seiring perkembangan zaman. Dalam pengolahan tidak terbatas hanya konsumsi secara langsung saja, tetapi juga digunakan sebagai bahan baku pellet atau pakan ternak, pembuatan etanol, tepung gablek, kue, roti, dan kerupuk dari ampas tapioka (Rukmana, 1996). Berikut disajikan karakteristik beberapa jenis singkong yang dikembangkan di Kabupaten Jember pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Karakteristik singkong di Kabupaten Jember

Varietas	Rasa	Warna umbi	Kadar pati (%)	Kadar HCN (ppm)
Malang 6	Pahit	Putih	25-32	>100
Mentega	Manis	Kuning	18-19	<40
Cimanggung	Manis	Putih	18-21	<40
Kaspro	Pahit	Putih	22-23	>100
Ketan	Manis	Putih	18-21	<40

Sumber : Kurniawan (2010), Radjit dan Prasetyaswati (2011) dan Rahman *et al.*, (2015)

2.1.1 Varietas Kaspro

Salah satu varietas singkong yang banyak dikembangkan di Indonesia khususnya daerah Jawa Timur adalah singkong jenis Kaspro. Produktivitas dari varietas ini mencapai 35 ton per hektar dengan umur yang lebih singkat sekitar 8 bulan untuk masa panen dibandingkan dengan varietas lainnya. Singkong varietas Kaspro dapat tumbuh dengan baik di daerah dataran rendah hingga mencapai ketinggian 3 meter dengan keadaan tanah gembur dan tidak tergenang air. Daun singkong Kaspro berwarna hijau muda ketika muda dan menjadi lebih gelap ketika tua dengan bentuk menjari. Bunga jantan lebih kecil setengah kali yang memiliki pedicelus tipis, lurus dan pendek dibanding dengan ukuran bunga betina

yang pedicelusnya tebal, melengkung dan panjang (Wattimena, 2010). Batang singkong Kaspro beruas ruas dan berdiri kokoh dengan kondisi percabangan yang khas. Cara kembang umbinya berawal dari daerah ujung proksimal kemudian mengarah ke area distal (Purwono dan Purnawati, 2007).

Singkong varietas Kaspro dengan umur genjah memiliki kadar pati yang cukup tinggi dan produksi yang tinggi pula. Hasil umbi dari penanaman singkong dapat ditingkatkan dengan cara sambungan hingga 20,66 kg/tanaman. Varietas Kaspro berada pada urutan kedua dari empat jenis singkong yang diuji dengan rata-rata hasil mencapai 21,05 kg/tanaman total 98,07 ton/Ha. Kadar pati yang ada pada umbi Kaspro sebesar 22,23% bibit biasa dan 20,00% bibit sambung (Radjit dan Prasetiaswati, 2011).

2.1.2 Varietas Cimanggu

Singkong varietas Cimanggu dikembangkan dari daerah Cimanggu. Jenis singkong ini berasal dari dusun Cimanggu Kecamatan Cikembar dengan usia panen 8 – 10 bulan yang dikembangkan di daerah Jember. Singkong varietas ini mempunyai tinggi tanaman 2,5 – 3 meter dengan bentuk daun berjari. Warna daun pucuknya hijau muda coklat dengan warna kulit batang hijau merah kecoklatan, warna batang dalam putih kecoklatan, warna umbi merah kecoklatan dan warna kulit umbi kuning kecoklatan. Ukuran tangkai umbi pendek, bentuk umbi mencengkram dan rasa umbi empuk manis (Kurniawan, 2010).

2.2 MOCAF (*Modified Cassava Flour*)

MOCAF adalah produk olahan dari singkong yang dibuat dengan cara fermentasi. Jika ditinjau dari singkatannya, MOCAF merupakan tepung singkong termodifikasi atau dikenal juga dengan sebutan MOCAL. Fermentasi MOCAF ini menggunakan mikroba berupa Bakteri Asam Laktat (BAL) yang memodifikasi sel – sel didalam singkong melalui metabolitnya berupa enzim pektinolitik dan selulolitik. Kedua enzim ini menghancurkan dinding sel singkong hingga terjadi liberasi granula pati. Selain perubahan karakteristik pati akibat fermentasi, dampak dari enzim tersebut juga mempengaruhi viskositas, kemampuan gelasi, daya rehidrasi dan kemampuan larut air dari tepung yang dihasilkan. Hasil akhir

MOCAF dapat menutupi rasa agak getir yang diperoleh dari singkong segar sekitar 70% sehingga rasa pada produknya menjadi netral (Subagio *et al.*, 2008).

Berdasarkan ketentuan pada Codex Stan 176 – 1989, MOCAF digolongkan sebagai produk *edible cassava flour* dengan karakteristik fisik dan organoleptik yang khas. Warna MOCAF lebih cerah dibanding tepung singkong dan rasanya lebih netral. Hal ini dikarenakan MOCAF memiliki kandungan protein yang lebih rendah seperti data yang disajikan pada Tabel 2.3 dan karakteristik fisik serta organoleptiknya juga disajikan dalam Tabel 2.4

Tabel 2.3 Perbandingan komposisi kimia MOCAF dan tepung singkong

Parameter	MOCAF	Tepung singkong
Kadar air (%)	Maks. 13	Maks. 13
Kadar protein (%)	Maks. 1	Maks. 1.2
Kadar abu (%)	Maks. 0.2	Maks. 0.2
Kadar pati (%)	85-87	82-85
Kadar serat (%)	1.9-3.4	1.0-4.2
Kadar lemak (%)	0.4-0.8	0.4-0.8
Kadar air (%)	Maks. 13	Maks. 13

Sumber : Subagio *et al* (2008)

Tabel 2.4 Perbandingan karakteristik fisik MOCAF dan tepung singkong

Parameter	MOCAF	Tepung singkong
Ukuran (mesh)	Maks. 80	Maks. 80
Derajat putih (%)	88-91	85-87
Viskositas (mPA.s)	52-55 (2% pasta panas) 75-77 (25% pasta dingin)	20-40 (2% pasta panas) 30-50 (25% pasta dingin)
Warna	Putih	Agak kecoklatan
Aroma	Netral	Kesan singkong
Rasa	Netral	Kesan singkong

Sumber : Subagio *et al* (2008)

Hasil penelitian dari beberapa jurnal dalam negeri menunjukkan karakteristik MOCAF yang berbeda. Jika ditinjau dari proses fermentasi yang digunakan, faktor yang mempengaruhi karakteristik MOCAF antara lain jenis mikroba, konsentrasi mikroba dan lama fermentasi. Nusa *et al.* (2012) memproduksi MOCAF dengan variasi lama fermentasi 10, 20, 30, dan 40 jam. Mikroba yang digunakan yaitu *Acetobacter xylinum* dengan hasil berupa

peningkatan nilai kadar pati, tekstur dan rendemen seiring dengan bertambahnya konsentrasi mikroba dan semakin lama fermentasi yang digunakan. Produksi MOCAF juga dilakukan oleh Darmawan *et al.* (2013) menggunakan *Lactobacillus casei* menghasilkan nilai *swelling point*, *solubility* dan kadar karboksil MOCAF terbaik pada penambahan 5% starter dan lama fermentasi selama 72 jam. Tandrianto *et al.* (2014) juga memproduksi MOCAF menggunakan *Lactobacillus plantarum* dengan hasil kadar protein yang semakin meningkat dengan semakin bertambahnya waktu fermentasi dari 0, 12, 24, 36, 48, 60 dan 72 jam. Total protein yang diperoleh yaitu 2,78%; 2,79%; 2,80%; 2,81%; 3,02%; 3,12% dan 3,39%. Selain itu MOCAF juga dapat dibuat dengan fermentasi menggunakan ekstrak kubis *sauerkraut* menghasilkan nilai kadar amilosa, solubilitas, dan tekstur terbaik pada konsentrasi ekstrak sebanyak 80%. Variasi waktu fermentasi yang digunakan yaitu 12, 24, 36, 48, 60, dan 72 jam dengan hasil *swelling point* terbaik pada fermentasi selama 24 jam (Hersoelistyorini *et al.*, 2015).

Selain dari jenis BAL, mikroba jenis kapang dan khamir juga dapat digunakan dalam pembuatan MOCAF. Kurniati *et al.* (2012) membandingkan karakteristik MOCAF yang dibuat menggunakan tiga jenis mikroba yang berbeda yaitu *Rhizopus oryzae* (kapang), *Saccharomyces cerevisiae* (khamir) dan *Lactobacillus plantarum* (bakteri). Variasi lama waktu fermentasi juga digunakan sebagai faktor penentuan karakteristik MOCAF yaitu selama 0, 1, 2, 3, 4 dan 5 hari. Karakteristik kimia dari MOCAF seperti kadar abu, kadar lemak, kadar serat, kadar protein, kadar pati dan kadar HCN semakin meningkat seiring dengan peningkatan lama waktu fermentasi pada ketiga jenis mikroba. Namun kandungan mineral terbaik diperoleh pada fermentasi selama 3 hari menggunakan kapang dan khamir sedangkan fermentasi menggunakan bakteri membutuhkan waktu selama 5 hari.

2.3 Sera MOCAF

Sera merupakan produk samping dari industri pengolahan MOCAF yang berbahan baku singkong. Sera diperoleh dari MOCAF yang tidak lolos ayakan 100 mesh sehingga partikel seramasih cukup besar dan kurang halus. Apabila

ditinjau dari nilai nutrisinya, sera masih memiliki kandungan karbohidrat dan serat kasar yang tinggi, yang mana kedua komponen gizi tersebut memiliki nilai fungsional bagi tubuh (Andari, 2011). Sera merupakan tepung serat dari MOCAF yang sangat baik untuk menambah kandungan serat produk dan dapat menjadi filler dari berbagai ragam pangan. Berdasarkan hasil penelitian Nia (2016) total produksi SERA diketahui sebanyak 33,17% dari total produksi MOCAF sebanyak 5000 ton per tahun yang setara dengan kapasitas 1658,5 ton menggunakan metode penggilingan basah sedangkan produksi mocaf menggunakan metode penggilingan kering menghasilkan sera sebesar 37,59% atau 1879,6 ton. Hasil penelitian Sari (2017) menghasilkan rendemen sera sebesar 29%, 37%, dan 30% pada varietas Cimanggu dengan lama fermentasi 0 jam, 12 jam, dan 24 jam. Penggunaan varietas Kaspro menghasilkan sera sebesar 29%, 40%, dan 33% pada lama fermentasi yang sama.

2.4 Serat

Serat makanan dapat didefinisikan sebagai bagian dari tanaman yang dapat dimakan tetapi tidak dihidrolisis oleh enzim endogen pada saluran pencernaan manusia (Gyurova and Enikova, 2015). Serat berdasarkan kelarutannya dibagi menjadi dua yaitu serat larut air dan serat tidak larut air. Serat tidak larut air tersusun atas beberapa jenis senyawa karbohidrat seperti selulosa dan hemiselulosa juga sedikit kandungan senyawa non karbohidrat yaitu lignin. Serat larut air tersusun atas gum, pektin, musilago dan glukukan (Lestiany dan Aisyah, 2011).

Serat larut air dapat membentuk larutan yang *viscous*, mempunyai kemampuan mengikat air besar tapi tidak mampu mempertahankan air, dan mudah difermentasi sedangkan serat tidak larut bersifat kurang *viscous*, kemampuan mengikat air lebih rendah tetapi kemampuan mempertahankan air lebih besar dan sulit difermentasi. Kedua jenis serat ini memiliki sifat yang berbeda serta memberikan efek fisiologis yang berbeda pula (Marsono, 2004). Selain perbedaan karakteristik dari kandungan serat, metode analisis untuk mengkarakterisasi serat juga semakin berkembang. Beberapa metode yang saat ini

sedang dipelajari untuk mengkarakterisasi serat antara lain metode *Infra Red Spectrophotometri* (Muchlisyam, 2014), *High Performance Liquid Chromatography* (Muchlisyam, 2014) dan *Nanoparticles* (Kumar *et al.*, 2010). Berikut disajikan karakteristik serat tanaman berkayu dan non kayu sebagai bahan baku produk pangan pada table 2.5 dan karakteristik serat dari beberapa jenis bahan pangan pada tabel 2.6

Table 2.5 Karakteristik serat tanaman berkayu dan non kayu

Komponen	Tanaman Berkayu (%)	Tanaman Nonkayu (%)
Karbohidrat	65-80	50-80
Selulosa	40-45	30-45
Hemiselulosa	25-35	20-35
Lignin	20-30	10-25
Ekstraktif	2-5	5-15
Protein	<0.5	5-10
Inorganic	0.1-1	0.5-10
Silika	<0.1	0.5-7

Sumber : Kuuti (2013)

Tabel 2.6 Karakteristik serat beberapa jenis bahan pangan

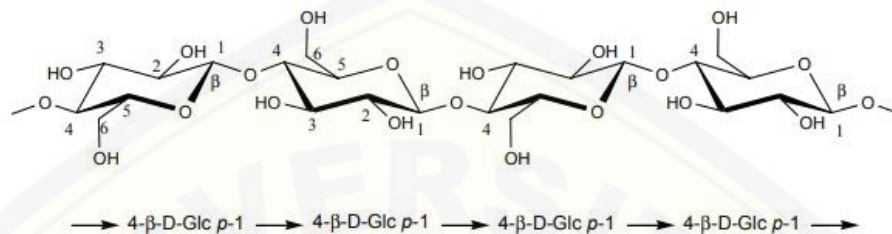
Bahan	BK	% dari bahan kering							
		Abu	PK	Lemak	Abu	SK	Abu	Ca	P
Jagung	88.0	2.41	10.82	5.89	3.37	77.49	0.31	88.0	2.41
Dedak kasar	89.6	15.87	6.53	2.36	29.81	34.89	0.60	89.6	15.87
Dedak halus	88.2	12.28	9.80	4.81	15.86	45.80	1.09	88.2	12.28
Bekatul	88.2	10.04	11.37	7.03	8.24	52.04	1.06	88.2	10.04
Menir	89.2	3.00	7.31	1.70	4.07	72.87	2.23	89.2	3.00
Shorgum	89.0	2.40	11.00	3.40	2.08	81.10	2.23	89.0	2.40
Kacangtanah	-	-	-	36.00	-	-	0.66	-	-
Ampas tahu	11.0	11.04	3.26	26.81	7.79	43.93	0.18	11.0	11.04
Ampas kecap	12.0	12.00	29.31	17.79	6.35	20.55	0.43	12.0	12.00
Ampas bir	23.7	13.70	23.70	9.80	14.60	34.86	0.48	23.7	13.70
Singkong	35	2.3	2.9	0.7	4.9	89.2	0.09	35	2.3
Onggok	83.8	1.3	7.8	0.4	14.9	81.6	0.05	83.8	1.3
Daun ubi	21.6	12.1	24.1	4.7	22.1	37	0.31	21.6	12.1
Ubi jalar	31	3.6	5	1.3	6	84.1	0.13	31	3.6
Jerami	16.3	16.1	19.2	2.6	16.2	45.9	0.55	16.3	16.1

Keterangan : BK = bahan kering, PK = protein kasar, SK = serat kasar,
Ca = kalsium, P = phosphor

Sumber : Ridla (2014)

2.4.1 Selulosa

Selulosa merupakan polimer glukosa yang termasuk dalam komponen lignoselulosa dengan ikatan β -1,4-glikosidik seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Struktur selulosa (Laine, 2005)

Selulosa merupakan komponen utama penyusun dinding sel tanaman. Kandungan selulosa pada dinding sel tanaman tingkat tinggi sekitar 35-50% dari berat kering tanaman (Lynd et al, 2002). Selulosa dicerna dalam tubuh ternak dalam saluran pencernaan oleh selulase hasil jasad renik dan menghasilkan selubiosa, yang kemudian dihidrolisis lebih lanjut untuk menghasilkan glukosa. Hasil pencernaan oleh jasad renik terhadap selulosa adalah asam-asam lemak volatil (VFA) yang terdiri dari campuran asam asetat, asam propionat dan asam butirat, serta sebagai hasil sampingan adalah gas metan dan CO₂ (Tilman *et al*, 1989).

Selulosa dapat dihidrolisis dengan bantuan enzim yang bernama selulase, glukosidase atau selobiose, eksoselulase atau eksobiohidrolase, endoselulase atau endo-beta-1,4-glukanase dan beta-1,4-glukosidase membentuk enzim kompleks selulase. Cara kerja masing-masing enzim tersebut juga berbeda. Unit selobiosa dilepas dari ujung rantai selulosa oleh selobiohidrolase atau ekso-beta-1,4-glukanase dengan tingkat keefektifan lebih tinggi pada selulosa kristal dibanding selulosa amorf. Selulosa dapat dihidrolisis secara acak membentuk selodextrin, selobiosa, dan glukosa oleh endo-beta-1,4-glukanase dengan cara memutus bagian amorf dari selulosa. Penggunaan enzim beta-1,4-glukosidase atau selobiose dapat

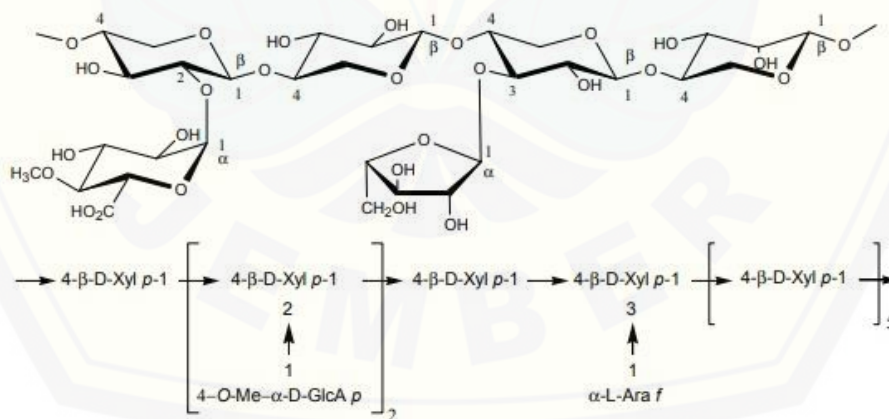
memecah selulosa menjadi glukosa pada bagian selobiosa dan selo-oligomer lainnya (Anindyawati, 2009).

Berdasarkan derajat polimerisasi dan kelarutan dalam senyawa natrium hidroksida (NaOH) 17,5% (Nuringtyas 2010), selulosa dapat dibedakan atas tiga jenis yaitu :

- Selulosa α (*Alpha Cellulose*) adalah selulosa berantai panjang, tidak larut dalam larutan NaOH 17,5% atau larutan basa kuat dengan derajat polimerisasi 600 - 1500.
- Selulosa β (*Beta Cellulose*) adalah selulosa berantai pendek, larut dalam larutan NaOH 17,5% atau basa kuat dengan derajat polimerisasi 15 - 90, dapat mengendap bila dinetralkan
- Selulosa γ (*Gamma cellulose*) adalah sama dengan selulosa β , tetapi derajat polimerisasinya kurang dari 15

2.4.2 Hemiselulosa

Hemiselulosa juga termasuk dalam golongan senyawa penyusun lignoselulosa yang tersusun atas polisakarida yang berbeda dari selulosa seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Struktur hemiselulosa (Laine, 2005)

Penyusun dari hemiselulosa yaitu xilan, manosa dan arabinosa. Hemiselulosa lebih mudah larut dibanding selulosa karena terikat dengan polisakarida, protein dan lignin. Tanaman berkayu memiliki kandungan

hemiselulosa sekitar 15-30% bergantung dari bagian tanaman yang diuji kandungan selulosanya. Hemiselulosa dalam tanaman berperan sebagai perekat antar selulosa karena sifatnya hidrofilik sehingga ketika hemiselulosa terdegradasi dari dalam tanaman, lubang akan terbentuk diantara serat – serat selulosa (Suparjo, 2010).

Sebagian besar dari hemiselulosa hanya memiliki derajat polimerisasi hingga 200 dengan rantai polimer yang pendek dan tidak berbentuk yang memudahkan hemiselulosa untuk larut dalam air (Palonen, 2004). Hemiselulosa dapat dihidrolisis menggunakan enzim hemiselulase. Enzim hemiselulase tersusun atas beberapa komponen enzim yaitu xilanase, hemiselulolitik esterase, beta-xilosidase, beta-mannase, alpha-D-glukuronidase, dan alpha-L-arabinofuranosidase (Shallom dan Shoham, 2003). Penghasil utama dari enzim hemiselulosa adalah kapang *Aspergillus* dan *Trichoderma* (Gerhartz, 1990).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian dan Laboratorium Analisa Terpadu, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Waktu penelitian dimulai pada bulan Februari hingga Juni 2018.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat penelitian

Peralatan yang digunakan dalam pembuatan MOCAF yaitu toples plastik, alat pemotong chip, pisau, ayakan 100 mesh, blender Philips 2115HR dan wadah plastik. Alat yang digunakan untuk pengujian meliputi *colour reader* Konica-Minolta CR-14, neraca analitik OHAUS CP-214, mortar, gelas ukur *pyrex*, gelas beaker *pyrex*, labu ukur *pyrex*, desikator, tanur Thermo Scientific Lindberg/Blue Moldatherm BF51866A-1, botol timbang, cawan krusibel, penangas listrik Electrothermal Multi EME3-0100-CEBX1, kjeldahl Buchi K-350, pendingin balik, *waterbath* GFL 1083, pipet volume, oven Memmert UN-55, dan erlenmeyer *pyrex*.

3.2.2 Bahan penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu singkong varietas Cimanggu dan varietas Kaspro yang diperoleh dari petani di Kecamatan Gumukmas Kabupaten Jember. Bahan untuk fermentasi berupa enzim MOCAF, kultur mikroba, senyawa aktif A dan senyawa aktif C yang diperoleh dari Laboratorium Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Bahan kimia yang digunakan untuk pengujian antara lain selenium reagent mixture, HCl 0.02 N, N-hexane, H₂SO₄ 0.255 N, NaOH 0.313 N, K₂SO₄10%, alkohol 96%, H₂SO₄ 72%, NaOH 0.5 M dan aquadest. Bahan pendukung yang digunakan antara lain tisu, kertas saring, aluminium foil dan kertas label.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Rancangan penelitian

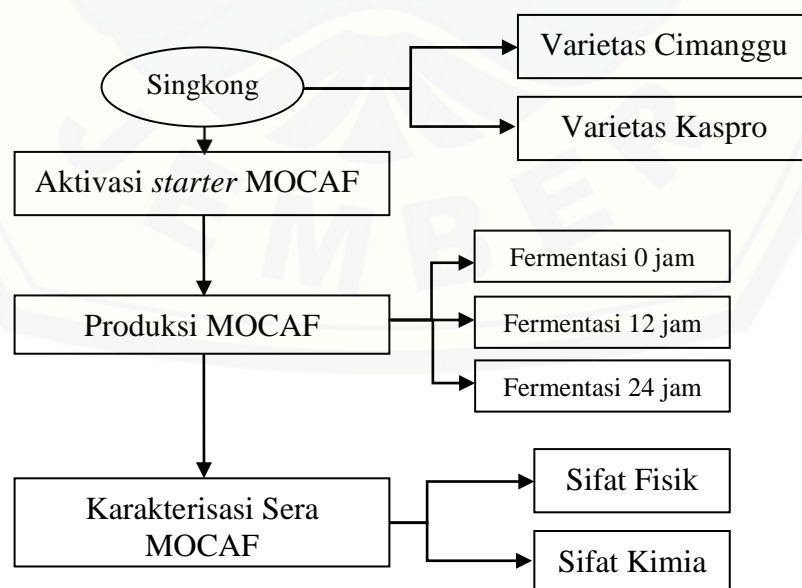
Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan 2 faktor dan 3 pengulangan. Faktor A yaitu perbedaan singkong yang terdiri dari varietas Cimanggu (A1) dan varietas Kaspro (A2). Faktor B ialah lama waktu fermentasi yang terdiri dari 0 jam (B1), 12 jam (B2), dan 24 jam (B3). Kombinasi 2 faktor penelitian ini menghasilkan 6 perlakuan yang disajikan pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Rancangan perlakuan

Lama fermentasi (jam)	Varietas singkong	
	Cimanggu (A1)	Kaspro (A2)
0 (B1)	A1B1	A2B1
12 (B2)	A1B2	A2B2
24 (B3)	A1B3	A2B3

3.3.2 Tahapan penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang terdiri dari tiga tahap yaitu aktivasi *starter* MOCAF, produksi MOCAF dan karakterisasi sera MOCAF, sebagaimana disajikan dalam gambar 3.1.



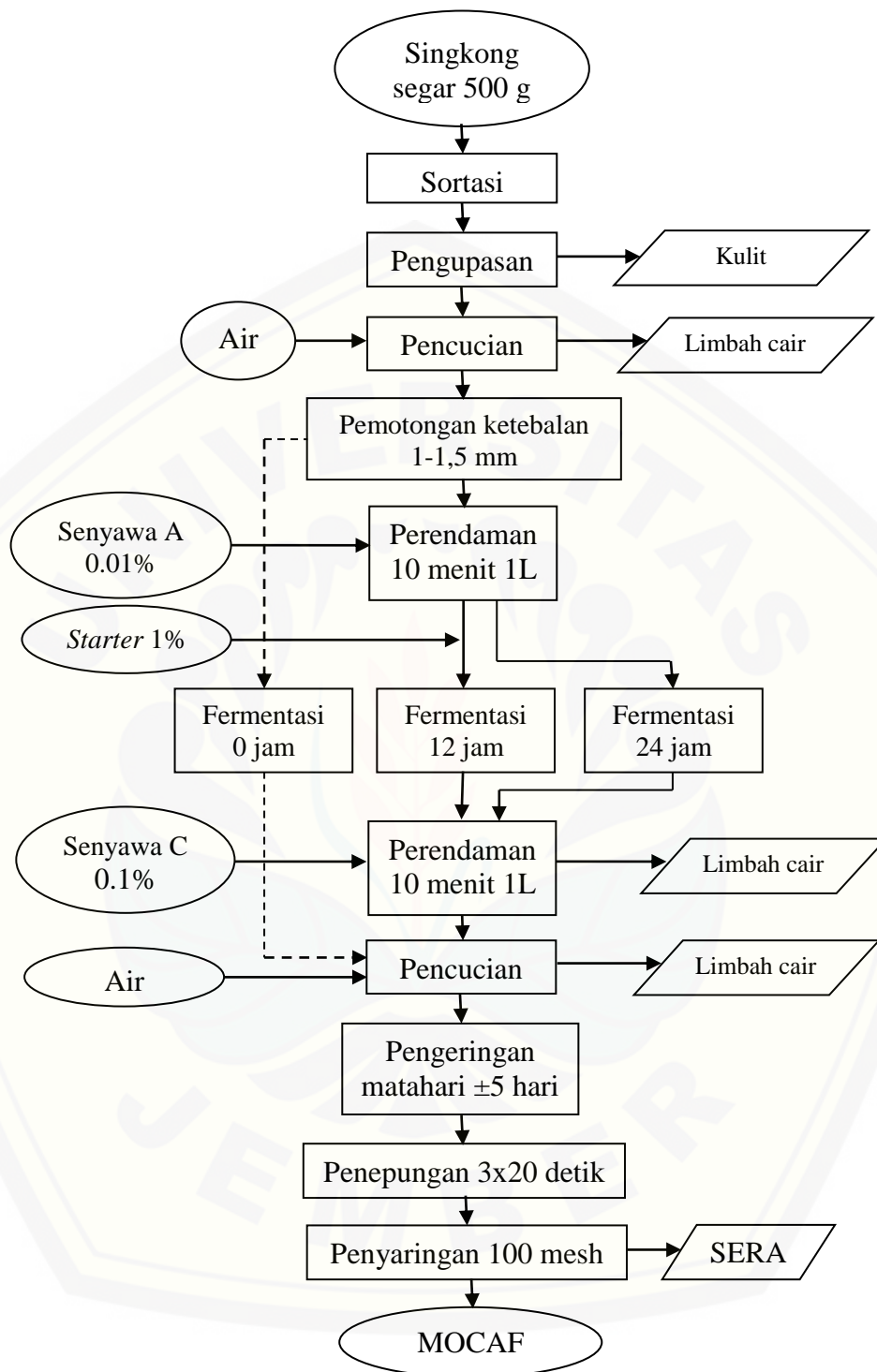
Gambar 3.1 Diagram alir pelaksanaan penelitian

a. Aktivasi *starter* MOCAF

Bahan yang diperlukan pada proses ini yaitu gula pasir, air, kultur mikroba dan enzim MOCAF. Aktivasi *starter* MOCAF diawali dengan menimbang bahan padat enzim MOCAF sebanyak 15 gram, gula pasir 30 gram dan kultur mikroba 1 gram. Semua bahan tersebut dilarutkan dalam satu liter air, dimasukkan dalam botol dan diinkubasi selama 24 jam.

b. Produksi MOCAF

Pembuatan MOCAF diawali dengan sortasi pada singkong (Cimanggu dan Kaspro) untuk memperoleh singkong berkualitas baik dengan karakteristik bersih dari goresan serta berumur 7-8 bulan. Singkong tersebut dikupas kulitnya dan dicuci dengan air mengalir untuk menghilangkan kotoran dan kandungan HCN di bagian luarnya. Singkong diiris dengan ketebalan $\pm 1 - 1,5$ mm menggunakan *chip slicer*. Chip singkong untuk perlakuan fermentasi 0 jam dilakukan pencucian lagi dan langsung dilanjutkan pengeringan hingga penepungan. Chip singkong untuk fermentasi 12 dan 24 jam direndam dengan senyawa aktif A selama 10 menit. Perendaman ini berfungsi untuk memberi komponen nutrisi, mineral dan mengatur pH pada chip sebelum dilakukan fermentasi dengan BAL. Jumlah senyawa A yang digunakan (0.01%) yaitu 0,3 gram/3 liter air untuk masing – masing sampel. Ke dalam rendaman tersebut diinokulasi *starter* MOCAF 30 ml/3 liter air (1%). Fermentasi dihentikan dengan merendam chip singkong dalam senyawa aktif C (konsentrasi 0.1%) sebanyak 3 gram/3 liter air selama 10 menit. Chip yang telah direndam, dikeringkan dibawah sinar matahari selama ± 5 hari dan ditepungkan dengan *blender* selama 3x20 detik kecepatan 2, lalu disaring menggunakan ayakan 100 mesh. Hasil MOCAF yang tidak lolos ayakan (SERA) ditampung dan dilakukan pengujian. Diagram alir produksi MOCAF disajikan pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Diagram alir produksi MOCAF (Subagio *et al.*, 2008 dengan modifikasi dalam Sari, 2017)

3.4 Variabel Pengamatan

Variabel yang diamati untuk mengetahui karakteristik fisik dan kimia dari sera MOCAF antara lain yaitu :

- a. Derajat putih (Hutching, 1999)
- b. Densitas kamba (Bello dan Okezie, 1988)
- c. Kadar air (AOAC, 2005)
- d. Kadar abu (AOAC, 2005)
- e. Kadar protein (AOAC, 2005)
- f. Kadar lemak (AOAC, 2005)
- g. Kadar serat kasar (Sudarmadji *et al.*, 1997)
- h. Kadar hemiselulosa dan selulosa (Moubasher *et al.*, 1982)

3.5 Prosedur Analisis

3.5.1 Derajat putih (Hutching, 1999)

Pengukuran warna dilakukan dengan alat *colour reader*. Prinsip dari alat *colour reader* adalah pengukuran perbedaan warna melalui pantulan cahaya oleh permukaan sampel saat pembacaan yang dilakukan pada 5 titik. Pengukuran diawali dengan mengukur standar warna putih sehingga keluar nilai L, a, dan b. Setelah itu, sampel diletakkan dalam wadah plastik transparan dan dilakukan pengukuran pada skala nilai dL, da, dan db. Nilai L menyatakan parameter kecerahan (*lightness*) yang mempunyai rentang dari 0 (gelap) sampai 100 (cerah). Nilai a menyatakan cahaya pantul yang menghasilkan warna kromatik campuran merah-hijau dengan nilai +a (positif) dari 0 – 100 untuk warna merah dan nilai –a (negatif) dari 0 – (-80) untuk warna hijau. Nilai b menyatakan warna kromatik campuran biru-kuning dengan nilai +b (positif) dari 0 – 70 untuk kuning dan nilai –b (negatif) dari 0 – (-70) untuk warna biru. Rumus perhitungan warna yang digunakan adalah sebagai berikut:

Lightness = standart L + dL

a = standart a + da

b = standart b + db

Derajat putih = $100 - \sqrt{(100 - L)^2 + (a^2 + b^2)}$

3.5.2 Densitas kamba (Bello dan Okezie, 1988)

Sampel dimasukkan ke dalam sebuah gelas ukur 10 ml yang telah diketahui beratnya (a). Gelas ukur yang telah dimasukkan sampel diketuk-ketukkan ke meja > 30 kali hingga tak ada lagi rongga ketika sampel ditepatkan menjadi 10 ml. Gelas ukur yang berisi sampel tersebut kemudian ditimbang (b). Densitas kamba dapat dihitung dari hasil pembagian berat sampel dengan volumenya (10 ml).

$$\text{Densitas kamba (g/ml)} = \frac{b-a}{\text{volume gelas ukur}} \times 100\%$$

Keterangan :

a = berat gelas ukur

b = berat gelas ukur dan sampel

3.5.3 Kadar air (AOAC, 2005)

Pengukuran kadar air dilakukan dengan menggunakan metode oven. Pertama – tama, botol timbang dikeringkan dalam oven pada suhu 100-105 °C selama 30 menit atau sampai didapat berat tetap. Setelah itu didinginkan dalam desikator selama 15 menit lalu ditimbang (a). Sampel ditimbang sebanyak 2 gram (b) lalu dimasukkan dalam botol timbang dan dikeringkan dalam oven pada suhu 100-105 °C selama 24 jam. Selanjutnya dilakukan penimbangan sampai tercapai berat tetap (c). Perhitungan kadar air dilakukan sebagai berikut:

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

Keterangan :

a = berat botol timbang kosong

b = berat sampel

c = berat sampel dan botol timbang setelah dioven

3.5.4 Kadar abu (AOAC, 2005)

Penentuan kadar abu dilakukan dengan metode pengabuan kering (*dry ashing*). Prinsip analisis ini adalah mengoksidasi semua zat organik pada suhu tinggi (sekitar 550 °C), kemudian dilakukan penimbangan zat yang tertinggal

setelah proses pembakaran tersebut. Cawan krusibel dikeringkan terlebih dahulu 30 menit atau sampai didapat berat tetap dalam oven pada suhu 100-105°C. Setelah itu didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang (a). Sampel sebanyak 2 gram (b) dimasukkan dalam cawan krusibel yang telah diketahui beratnya, kemudian dimasukkan dalam tanur pengabuan, dan dibakar pada suhu 350°C selama 1,5 jam lalu suhu dinaikkan menjadi 700°C selama 1,5 jam atau sampai sampel berwarna putih keabu-abuan. Setelah itu sampel didinginkan dalam desikator selama 15 menit lalu ditimbang (c). Perhitungan kadar abu adalah sebagai berikut:

$$\text{Kadar abu} = \frac{c - a}{b} \times 100\%$$

Keterangan :

a = berat cawan kosong

b = berat sampel

c = berat cawan dan sampel setelah pengabuan

3.5.5 Kadar protein (AOAC, 2005)

Penentuan kadar protein dilakukan dengan metode mikro kjeldahl. Pada tahap destruksi, sampel sebanyak 0,1 gram dimasukkan ke dalam labu kjeldahl. Setelah itu ditambahkan 0,9 gram selenium dan 2 ml H₂SO₄. Destruksi dilakukan secara berkala dari skala 3 (15 menit), skala 6 (15 menit) hingga skala 9 (1 jam). Destruksi dihentikan ketika sampel dalam labu kjeldahl sudah tidak mengeluarkan asap atau berwarna keputihan. Hasil destruksi didinginkan lalu didestilasi dengan 40% NaOH. Erlenmeyer 250 ml berisi 15 ml larutan asam borat dan 2 tetes indikator MMB diletakkan diujung kondensor untuk menampung hasil destilasi. Titrasi dilakukan pada sampel yang telah didestilasi dengan meneteskan HCl 0,02 N dari buret. Titrasi dilakukan hingga warna larutan sampel berubah menjadi keunguan. Perhitungan kadar protein dilakukan berdasarkan rumus :

$$\%N = \frac{(a-b) \times N \text{ HCl} \times 14.008}{\text{berat sampel} \times 1000} \times 100\%$$

Kadar protein = % N x Faktor konversi

Keterangan :

A = ml titrasi sampel

B = ml titrasi blanko

FK = 6,25

3.5.6 Kadar lemak (AOAC, 2005)

Penentuan kadar lemak dilakukan dengan metode soxhlet. Labu lemak dioven suhu 105 °C selama 30 menit lalu didinginkan dalam desikator (15 menit) dan ditimbang. Sampel sebanyak 2 gram dibungkus kertas saring dan dimasukkan dalam soxhlet. Setelah itu alat destilasi soxhlet dipasangkan dengan kondensor dan penangas listrik. Refluks dilakukan selama minimum 5 jam dengan pelarut N-hexane. Setelah lewat 5 jam, pelarut yang ada di labu lemak didestilasi, lalu labunya dioven pada suhu 105 °C sampai beratnya tetap. Hasil kadar lemak dihitung berdasarkan berat konstan lemak yang terkumpul di dalam labu dengan rumus :

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

Keterangan :

a = berat labu kosong

b = berat sampel

c = berat labu dan lemak setelah ekstraksi

3.5.7 Kadar serat kasar (Sudarmadji *et al.*, 1997)

Sampel sebanyak 2 gram (a) ditimbang dan dihilangkan lemaknya menggunakan N-hexane dengan reflux selama 5 jam. Sampel kering selanjutnya dimasukkan dalam Erlenmeyer lalu ditambahkan 200 ml H₂SO₄ 0,255 N. Campuran tersebut direfluks selama 30 menit, lalu disaring dan dibilas dengan 200 ml aquadest mendidih. Hasil residu kemudian dimasukkan pada Erlenmeyer lain yang berisi 200 ml NaOH 0,313 N dan direfluks 30 menit lagi. Hasilnya

disaring dengan kertas saring yang telah diketahui beratnya (b) dan dicuci dengan aquadest panas 200 ml, 10% K₂SO₄ 15 ml, dan alkohol 96% 15 ml. Residu yang tersaring dioven pada suhu 100-105°C dan ditimbang (c) sampai diketahui berat konstan.

$$\text{Kadar serat} = \frac{\text{residu}}{\text{berat sampel awal}} \times 100\%$$

3.5.8 Kadar hemiselulosa dan selulosa (Moubasher *et al.*, 1982)

Sebanyak 2 gram sampel dipanaskan dalam etanol 150 ml selama 4 x 15 menit lalu dioven pada suhu 100-105°C. Selanjutnya residu sampel yang telah kering dibagi menjadi dua bagian sama rata. Bagian pertama dihitung sebagai fraksi (a) dan bagian kedua dicampur dengan 0.5 M NaOH pada suhu 25°C selama 4 jam. Hasilnya kemudian dicuci dengan 200 ml aquades mendidih dan disaring lalu dioven hingga beratnya konstan (b). Selanjutnya residu dicampur dengan H₂SO₄ 72% selama 1 jam. Kemudian konsentrasinya diturunkan menjadi 5% dan dipanaskan kembali pada suhu 90°C selama 1 jam. Hasilnya juga dicuci dengan 200 ml aquades mendidih lalu disaring dan dioven dengan suhu 100-105°C sampai beratnya konstan (c).

$$\text{Kadar hemiselulosa} = \frac{a-b}{\text{berat sampel awal}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar selulosa} = \frac{b-c}{\text{berat sampel awal}} \times 100\%$$

Keterangan :

a = fraksi pertama

b = berat residu setelah dihidrolisis dengan NaOH

c = berat residu setelah dihidrolisis dengan H₂SO₄

3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh dari penelitian ini dianalisis secara statistik menggunakan program IBM SPSS 16.0 dengan metode *Analysis of Variance* (ANOVA) pada taraf signifikansi 5%. Jika hasilnya berbeda nyata, maka dilakukan uji lanjut menggunakan metode *Duncan Multiple Range Test* (DMRT). Data hasil analisis statistik selanjutnya disusun dalam Tabel dan disajikan dalam bentuk grafik kemudian diinterpretasikan sesuai dengan pengamatan yang dilakukan selama penelitian.



BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada taraf 5%, diketahui bahwa penggunaan varietas singkong dan lama waktu fermentasi yang berbeda berpengaruh nyata terhadap karakteristik fisik dan kimia sera MOCAF. Derajat putih sera mengalami peningkatan dengan rentang 84.60–86.05 seiring meningkatnya lama waktu fermentasi. Namun, parameter lain mengalami penurunan dengan meningkatnya lama waktu fermentasi, seperti densitas kamba 0.75-0.57 g/ml; kadar air 13.73-11.79 % (bk); kadar abu 2.68-0.61 % (bk); kadar serat kasar 22.76-18.11 % (bk); kadar hemiselulosa 7.79-5.29 % (bk); dan kadar selulosa 4.89-3.24 % (bk). Penggunaan varietas yang berbeda menunjukkan bahwa varietas Kaspro memiliki derajat putih, densitas kamba, kadar air, kadar serat kasar, hemiselulosa dan selulosa yang lebih tinggi dibanding varietas Cimanggu.

5.2 Saran

Kajian lebih lanjut mengenai karakteristik serat pangan (*total dietary fiber*, *soluble dietary fiber* dan *insoluble dietary fiber*) dan kandungan pati yang masih tersisa dalam sera MOCAF untuk mengoptimalkan pemanfaatannya sebagai produk tinggi. Selain itu juga dapat dilakukan eksplorasi lebih lanjut pada singkong varietas lain yang dikembangkan di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Andari, R.Y. 2011. Pengaruh Penggunaan Tepung SERA dan Tepung Beras Merah Terhadap Kualitas Cookies (Kajian Proporsi Tepung dan Konsentrasi Kuning Telur). *Skripsi*. Malang : Universitas Brawijaya.
- Anindyawati, T. 2009. Prospek enzim dan limbah lignoselulosa untuk produksi bioetanol. *Buana Sains* 44(1): 49–56.
- AOAC. 2005. *Official of Analysis of The Association of Official Analytical Chemistry*. AOAC Inc : Airlington.
- Asfi, W.M., N. Harun., dan Y. Zalfiatri. 2017. Pemanfaatan tepung kacang merah dan pati sugu pada pembuatan crackers. *JOM Faperta UR* 4(1): 1–12.
- Badan Standardisasi Nasional. 2011. *SNI No.7622-2011 Tepung MOCAF*. Jakarta : (BSN).0
- Badan Pusat Statistik. 2015. Produksi Ubi Kayu Menurut Provinsi (ton) Tahun 1993-2015. <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/880> [Diakses pada 20 Juli 2018]
- Beeli, M.Y.E., N.A. Musharaf., H.O Abdalla., and W. Bessei. 2002. Crude fibre digestibility in scavenger ducks. *Arch. Geflugelk* 66(4): 169-172.
- Bello, A. B and Okezie B. O. 1988. Physicochemical and functional properties of winged bean flour and isolate compared with soy isolate. *Journal Food Science* 53(2): 450–454.
- Bintsis T. 2018. Lactic acid bacteria: their application in foods. *Journal of Bacteriology and Mycology* 6(2): 89–94 .
- Bolade, M.K., I.A. Adeyemi., and A.O. Ogunsua. 2009. Influence of particle size fractions on the physicochemical properties of maize flour and textural characteristics of a maize-based nonfermented food gel. *International Journal of Food Science and Technology* 44(1): 646-655.
- Charrondiere, U.R., D. Haytowitz., and B. Stadlmayr. 2012. *FAO Infood Database Density Database Version 2.0*. Italy : FAO.
- Darmawan, M.K., P. Andreas, B. Jos, dan S. Sumardiono. 2013. Modifikasi ubi kayu dengan proses fermentasi menggunakan *starter Lactobacillus casei* untuk produk pangan. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri* 2(4): 137–145.

- Dhingra, D., M. Michael., H. Rajput., and R.T. Patil. 2012. Dietary fibre in foods: a review. *Journal Food Science Technology* 49(3): 255-266.
- Direktorat Gizi Depkes RI. 1996. *Daftar Komposisi Bahan Makanan*. Jakarta: Bhratara Karya Aksara.
- Elkhalifa, A.E.O., B. Schiffler., and R. Bernhardt. 2004. Effect of fermentation on the functional properties of sorghum flour. *Food Chemistry* 5(1): 1-5.
- Fakir, M.S.A., M. Jannat., M.G. Mostafa., and H. Seal. 2012. Starch and flour extraction and nutrient composition of tuber in seven cassava accessions. *J. Bangladesh Agril. Univ.* 10(2): 217–222.
- Fitriyana, N.I., E.B. Yuliana., K. Harper dan A. Subagio. 2017. Kandungan Senyawa Linamarin pada Beberapa Varietas Umbi Singkong (*Manihot esculenta*). *Seminar Nasional PATPI 2017*: 1 – 8.
- Gerhartz, W. 1990. *Enzyme In Industry : Production and Application*. Weinheim : VCH Verlagsgesellschaft mbH.
- Ginting, F.S.B.R. 2014. Pengaruh Perendaman Umbi Singkong Dalam Larutan Asam Asetat Terhadap Karakteristik Mutu Keripik Singkong. *Skripsi*. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Gyurova, D., and R. Enikova. 2015. Dietary fibers – definitions, classifications and analytical methods for the physiological assessment of their content in foods. *J. BioSci. Biotechnol.* 1(1): 209-213.
- Hambali, E., S. Mujdalipah, A.H. Tambunan, A.W. Pattiwiri, dan R. Hendroko. 2007. *Teknologi Bioenergi*. Jakarta : Agromedia Pustaka.
- Hanif, M., M.K. Khattak., M.U. Rahman., S.S. Sher., Hafizullah., S. Khan., M. Saeed., A. Khan and M. Sadqlain. 2014. Impact of type and particle size on the protein contents in wheat flour. *Sci. Tech. and Dev.* 33(3): 107-109.
- Hersoelistyorini, W., S.D. Sri, dan C.K. Andri. 2015. Sifat fisikokimia dan organoleptik tepung mocaf (modified cassava flour) dengan fermentasi menggunakan ekstrak kubis. *The 2nd University Research Coloquium* ISSN 2407-9189: 10–17.
- Hutching, J. B. 1999. *Food Colour and Appearance. Second Edition*. Maryland : Aspen Publisher, Inc.
- Ifeabunike, O.B., J.M. Nwaedozie., and C.I. Aghanwa. 2017. Proximate analysis, hydrogen cyanide and some essential mineral content of sweet cassava variety (*Manihot utilisima*) and bitter cassava variety (*Manihot palmata*)

- cultivated in Kachia local government area of Kaduna state, Nigeria. *International Journal of Biochemistry Research and Review* 19(1): 1-12.
- Igbabul., B.D. Amove., and L. Twadue. 2014. Effect of fermentation on the proximate composition, antinutritional factors and functional properties of cocoyam (*Colocasia esculenta*) flour. *African Journal of Food Science and Technology* 5(3): 67-74.
- Jayus., D. Setiawan., and Giyarto. 2016. Physical and chemical characteristics of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* lamk.) seeds flour produced under fermentation process by *Lactobacillus plantarum*. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 9(1): 342-347.
- Koko, C.A., B.K. Kouame., B.Y. Anvoh., G.N. Amani., and E.N. Assidjo. 2014. Comparative study on physicochemical characteristics of cassava roots from three local cultivars in cote d'ivoire. *European Scientific Journal* 10(33): 418-432.
- Kumar, S., T.S. Negi, and J.S. Upadhyaya. 2010. Studies on characterization of corn cob based nanoparticles. *Advanced Materials Letters* 1(3): 246–253.
- Kurniati, L.I., N. Aida, S. Gunawan, dan T. Widjaja. 2012. Pembuatan mocaf (modified cassava flour) dengan proses fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum*, *Saccharomyces cerevisiae*, dan *Rhizopus oryzae*. *Jurnal Teknik Pomits* 1(1): 1–6.
- Kurniawan, S. 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*. Surakarta : Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret.
- Kuuti, L. 2013. Cellulose, Starch And Their Derivatives For Industrial Applications. *Dissertation*. Finland : Helsinki University of Technology
- Laine, C. 2005. Structures Of Hemicelluloses And Pectins In Wood And Pulp. *Dissertation*. Finland : Helsinki University of Technology.
- Lestiany, L. dan Aisyah. 2011. *Peran Serat dan Penatalaksanaan Kasus Masalah Berat Badan*. Jakarta : Bagian Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Lohia, N., and S.A. Udipi. 2015. Use of fermentation and malting for development of ready-to-use complementary food mixes. *International Journal of Food and Nutritional Sciences* 4(1): 77-83.

- Lynd L.R., P.J. Weimer, W.H. van Zyl WH and I.S. Pretorius. 2002. Microbial cellulose utilization: fundamentals and biotechnology. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 66(3): 506-577.
- Majzoobi, M. S. Pashangeh., and A. Farahnaky. 2013. Effect of different particle sizes and levels of wheat bran on the physical and nutritional quality of sponge cake. *International Journal of Fodd Engineering* 9(1): 29-38.
- Montagnac, J.A., C.R. Davis., and S.A. Tanumihardjo. 2009. Nutritional value of cassava for use as a staple food and recent advances for improvement. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 8(1): 181-194.
- Moorthy, S.N. 2004. *Tropical Sources of Starch*. Di dalam: Ann Charlotte Eliasson (ed). *Starch in Food: Structure, Function, and Application*. Florida : CRC Press, Baco Raton.
- Moubasher, M.H., S.H. Abdel-Hafez, H.M. Abdel-Fattah, and A.M. Mohanram. 1982. Direct estimation of cellulose, hemicellulose and lignin. *Journal of Agricultural Research* 46(1): 1467–1476.
- Muchlisyam. 2014. Corn cobs hemicelluloses isolation method comparison and its characterization with infrared spectrophotometry (FTIR) and high performance liquid chromatography (HPLC). *International Journal of ChemTech Research* 6(5): 3062–3070.
- Nadia, L., M.A. Wirakartakusumah., N. Andarwulan., E.H. Purnomo., H. Koaze., and T. Noda. 2014. Characterization of physicochemical and functional properties of starch from five yam (*Dioscorea alata*) cultivars in Indonesia. *International Journal of Chemical Engineering and Applications* 5(6): 489-496.
- Nazhrah, E. Julianti, dan L.Masniary. 2014. Pengaruh proses modifikasi fisik terhadap karakteristik pati dan produksi pati resisten dari empat varietas ubi kayu (*Manihot esculenta*). *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian* 2(2): 1–9.
- Nurani, D., S. Sukotjo., dan I. Nurmalasari. 2013. Optimasi proses produksi tepung talas (*Colocasia esculenta L Schott*) termodifikasi secara fermentasi. *Jurnal IPTEK* 8(1): 65–71
- Nuringtyas, T. R. 2010. *Karbohidrat*. Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
- Nusa, M.I., B. Suarti, dan Alfiah. 2012. Pembuatan tepung mocaf melalui penambahan starter dan lama fermentasi (modified cassava flour). *Agrium* 17(3): 210–217.

- Nwoko, C.I., O.C. Enyinnaya., J.I. Okolie., and A. Nkwoada. 2016. The proximate analysis and biochemical composition of the waste peels of three cassava cultivars. *International Journal of Scientific Engineering and Applied Science* 2(11): 64-71.
- Oduntan, O.B., and A.I. Bamgboye. 2017. Influence of moisture content on some physical properties of pineapple pomace based mash. *African Journal of Food Science* 11(10): 330-336.
- Ogodo, A.C., O.C. Ugbogu, R.A. Onyeagba, and H.C Okereke. 2017. Effect of lactic acid bacteria consortium fermentation on the proximate composition and in- vitro starch/protein digestibility of maize (*Zea mays*) flour. *American Journal of Microbiology and Biotechnology* 4(4): 35-43.
- Ogodo, A.C., O.C. Ugbogu, R.A. Onyeagba, and H.C Okereke. 2018. Proximate composition and in-vitro starch/protein digestibility of bambara groundnut flour fermented with lactic acid bacteria (LAB)-Consortium isolated from cereals. *Fermentation Technology* 7(1): 1-9.
- Ojo, M.O., C.C. Ariahu., and E.C. Chinma. 2017. Proximate, functional and pasting properties of cassava starch and mushroom (*Pleurotus pulmonarius*) flour blends. *American Journal of Food Science and Technology* 5(1): 11-18.
- Ojokoh, A. and B. Bello. 2014. Effect of fermentation on nutrient and antinutrient composition of millet (*Pennisetum glaucum*) and soyabean (*Glycine max*) blend flours. *Journal Life Science* 8(1): 668-675.
- Onipe, O.O., D. Beswa., and A.I.O. Jideani. 2017. Effect of size reduction on colour, hydration and rheological properties of wheat bran. *Food Sci. Technol* 37(3): 389-396
- Paiki, S.N.P. 2013. Pengaruh fermentasi spontan terhadap karakteristik fisik dan kimia tepung sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) serta aplikasinya dalam pembuatan *cookies*. *Thesis*. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Palonen, H., 2004. *Role Of Lignin In The Enzymatic Hydrolysis Of Lignocellulose VTT Biotechnology*. Finland : Helsinki University of Technology.
- Prabawati, S., N. Richana., dan Suimono. 2011. *Inovasi Pengolahan Singkong Meningkatkan Pendapatan dan Diversifikasi Pangan*. Bogor : Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian.
- Pratiwi, N.P., Nurhayati, dan A. Nafi. 2012. Evaluasi sifat prebiotik serat pangan tidak larut air (stla) terekstrak dari tepung buah pisang agung dan pisang mas. *Agrotek* 6(1): 29–39.

- Prihandana, R., K. Noerwijari, Adinurani, D. Setyaningsih, S. Setiadi dan R. Hendroko. 2007. *Bioetanol Ubi Kayu Bahan Bakar Masa Depan*. Jakarta : Agromedia Pustaka.
- Purwono dan H. Purnawati. 2007. *Budidaya 8 Jenis Tanaman Pangan*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Radjit, B.S., dan N. Prasetiaswati. 2011. Potensi hasil umbi dan kadar pati pada beberapa varietas ubikayu dengan sistim sambung (mukibat). *Buana Sains* 11(1): 35–44.
- Rahman, N., H. Fitriani., Hartati dan N.S Hartati. 2015. Seleksi Ubi Kayu Berdasarkan Perbedaan Waktu Panen Dan Inisiasi Kultur In Vitro. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon* 1(8): 1761–1765.
- Reddy, G., M.D. Altaf., B.J. Naveena., M. Venkateshwar., and E.V. Kumar. 2008. Amylolytic bacterial lactic acid fermentation, A Review. *Biotechnology Advances*. 26(1): 22-34.
- Richardson, K.V.A. 2013. Quality characteristics, root yield and nutrient composition of six cassava (*Manihot esculenta* Crantz) varieties. *Crops Research Report* 18(1): 1-13.
- Ridla, M. 2014. *Pengenalan Bahan Makanan Ternak*. Bogor : IPB Press.
- Roja, A. 2009. *Varietas Dan Teknologi Budidaya*. Sumatra Barat: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatra Barat.
- Rubatzky, V. E., dan M. Yamaguchi. 1998. *Sayuran Dunia: Prinsip, Produksi, dan Gizi*. Bandung: ITB.
- Rukmana, R. 1996. *Nenas Budidaya Pasca Panen*. Yogyakarta : Kanisius.
- Saputro, P.S., dan T. Estiasih. 2015. Pengaruh polisakarida larut air (PLA) dan serat pangan umbi umbian terhadap glukosa darah : kajian pustaka. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 3(2): 756–762.
- Sari, R.N.L. 2017. Karakterisasi Amilosa - Amilopektin Pada Pati Mocaf (Modified Cassava Flour) Dari Singkong Varietas Kaspro Dan Cimanggu. *Skripsi*. Jember : Universitas Jember.
- Schmidt, C.G., and E.B. Furlong. 2012. Effect of particle size and ammonium sulfate concentration on rice bran fermentation with the fungus *Rhizopus oryzae*. *Bioresource Technology* 123(1): 36-41.

- Shallom, D., and Y. Shoham. 2003. Microbial hemicellulases. *Current Opinion In Microbiology* 6(1): 219–228.
- Simwaka, J.E., M.V.M. Chamba., Z. Huiming., K.G. Masamba., and Y. Luo. 2017. Effect of fermentation on physicochemical and antinutritional factors of complementary foods from millet, sorghum, pumpkin and amaranth seed flours. *International Food Research Journal* 24(5): 1869–1879.
- Subagio, A., W.S. Windrati, dan D. Hermanuadi. 2011. Pengembangan zero waste processing dari modified cassava flour (MOCAF) guna meningkatkan spinoff klaster kepada masyarakat sekitar. ISBN 978-602-98902-1-1.
- Subagio, A., W.S. Windrati, Y. Wibowo, dan F. Fahmi. 2008. *Rusnas Diversifikasi Pangan Pokok. Prosedur Operasi Standar (POS) Produk Mocal Berbasis Klaster*. Jember : Universitas Jember.
- Subba, D., and S.B. Katawal. 2013. Effect of particle size of rice flour on physical and sensory properties of Sel-roti. *Journal Food Science Technology* 50(1): 181-185.
- Sudarmadji, S., B. Haryono, dan Suhardi. 1997. *Prosedur analisis untuk bahan makanan dan pertanian*. Yogyakarta: Liberty.
- Sulistyo, J., and K. Nakahara. 2013. Cassava flour modification by microorganism. *Conference Paper* : 1-9.
- Suparjo. 2010. *Analisis Bahan pakan secara Kimiawi: Analisis Proksimat dan Analisis Serat*. Fakultas Peternakan Universitas Jambi.
- Suryadi,E., D. Ruswandi, H. Marta, and I. Musfiroh. 2017. Proximate crude fiber and starch content of maize hybrids developed in indonesia in natural climatic condition. *ICSAFS Conference Proceedings* 2(1): 421–429.
- Tandrianto, J., D.K. Mintoko, dan S. Gunawan. 2014. Pengaruh fermentasi pada pembuatan mocaf (modified cassava flour) dengan menggunakan *lactobacillus plantarum* terhadap kandungan protein. *Jurnal Tenik Pomits* 3(2): 143–145.
- Thalib, A., J. Bestari, Y. Widiawati, H. Hamid, dan D. Suherman. 2000. Pengaruh perlakuan silase jerami padi dengan mikroba rumen kerbau terhadap daya cerna dan ekosistem rumen sapi. *JITV* 5(1): 276–281.
- Tjitrosoepomo, G. 2002. *Taksonomi Tumbuhan*. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.

- Uyoh, E.A., V.O. Ntui., and N.N. Udoma. 2009. Effect of local cassava fermentation methods on some physiochemical and sensory properties of *fufu*. *Pakistan Journal of Nutrition* 8(8): 1123-1125.
- Wang, B., J. Sun and J. Wang. 2014. Study on utilization of lactic acid for the decalcifying of the shrimp head and shell. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research* 6(8): 130-134.
- Wattimena, G.A. 2010. *Tepung Singkong Aromatik. Artikel UP2M (Unit Pembinaan, Pemberdayaan, Masyarakat) – GPIB*. Bandung : IPB.
- Winarti, S., and E.A. Saputro. 2016. Physicochemical and organoleptic properties of dried synbiotics yoghurt from lesser yam tubers (*Dioscorea esculenta* L.). *MATEC Web of Conference* 58(1): 1-5.
- Yenrina, R., F. Azima., and A. Saputra. 2015. Chemical and microbiological properties of mogaf (Modify Garut Flour) from arrowroot tuber (*Maranta arundinaceae* l.) fermented spontaneously with different time. *American International Journal of Contemporary Research* 5(2): 104–109.
- Yuliana, N., S. Nurdjanah., R. Sugiharto., and D. Amethy. 2014. Effect of spontaneous lactic acid fermentation on physico-chemical properties of sweet potato flour. *Microbiology Indonesia* 8(1): 1-8.

LAMPIRAN PERHITUNGAN

Lampiran 4.1 Perhitungan derajat putih

- Contoh perhitungan derajat putih

Sampel	Titik uji	L	a	B
CU1F0	Standar	83.9	2.2	-1.5
	Titik 1	5.3	-2.4	12.1
	Titik 2	5.1	-2.4	12.1
	Titik 3	5.2	-2.4	12.1

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata L} &= \frac{5.3+5.1+5.2}{3} = 5.2 \\
 \text{Rata-rata a} &= \frac{(-2.4)+(-2.4)+(-2.4)}{3} = -2.4 \\
 \text{Rata-rata b} &= \frac{12.1+12.1+12.1}{3} = 12.1 \\
 \text{Nilai L} &= 83.9+5.2 = 89.10 \\
 \text{Nilai a} &= 2.2+(-2.4) = -0.2 \\
 \text{Nilai b} &= -1.5+12.1 = 10.6 \\
 \text{Derajat putih} &= 100 - \sqrt{(100 - L)^2 + (a^2 + b^2)} \\
 &= 100 - \sqrt{(100 - 89.10)^2 + (-0.2^2 + 10.6^2)} \\
 &= 84.7944
 \end{aligned}$$

- Hasil rata-rata

Sampel	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	\bar{x}	Stdev
CF0	84.7593	84.4990	84.5603	84.6062	0.1361
CF1	85.6195	85.1012	85.2676	85.3294	0.2646
CF2	85.3273	85.4914	85.2757	85.3648	0.1126
KF0	85.0679	85.2916	84.7380	85.0325	0.2785
KF1	86.3373	86.2681	85.4890	86.0315	0.4711
KF2	86.0798	86.1518	85.9281	86.0532	0.1142

- Hasil uji ANOVA

Sumber	Jumlah Kuadrat	Derajat Kebebasan	Ragam	F. Hitung	Sig.
Corrected Model	5.139 ^a	7	0.734	15.322	0.000
Intercept	131285.915	1	131285.915	2.740	0.000
Varietas	1.650	1	1.650	34.444	0.000
Fermentasi	3.068	2	1.534	32.012	0.000
Ulangan	0.348	2	0.174	3.635	0.065
V*F	0.072	2	0.036	0.756	0.495
Error	0.479	10	0.048		
Total	131291.533	18			
Corrected Total	5.618	17			

- Hasil uji Duncan

VF	N	Subset			Notasi
		1	2	3	
CF0	3	84.6062			A
KF0	3		85.0325		B
CF1	3		85.3294		B
CF2	3		85.3648		B
KF1	3			86.0315	C
KF2	3			86.0532	C
Sig.		1.000	0.106	0.905	

Lampiran 4.2 Perhitungan densitas kamba

- Contoh perhitungan densitas kamba

Sampel	Berat gelas ukur (g)	Berat sampel + gelas ukur (g)	Volume gelas ukur (mL)
CF10	31.2958	37.7947	10.0000

$$\text{Berat sampel} = 37.7947 \text{ gram} - 31.2958 \text{ gram} = 6.4989 \text{ gram}$$

$$\text{Densitas kamba} = \frac{\text{berat sampel (g)}}{\text{volume wadah (ml)}} = \frac{6.4989}{10} = 0.6499 \text{ g/ml}$$

- Hasil rata-rata

Sampel	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	\bar{x}	Stdev
CF0	0.6559	0.6599	0.6526	0.6561	0.0037
CF1	0.5811	0.5825	0.5778	0.5805	0.0024
CF2	0.5747	0.5739	0.5768	0.5751	0.0015
KF0	0.7461	0.7473	0.7593	0.7509	0.0073
KF1	0.6381	0.6427	0.6395	0.6401	0.0024
KF2	0.6298	0.6357	0.6296	0.6317	0.0035

- Hasil uji ANOVA

Sumber	Jumlah Kuadrat	Derajat Kebebasan	Ragam	F. Hitung	Sig.
Corrected Model	0.061 ^a	7	0.009	538.950	0.000
Intercept	7.351	1	7.351	4.536	0.000
Varietas	0.022	1	0.022	1.373	0.000
Fermentasi	0.038	2	0.019	1.157	0.000
Ulangan	2.248	2	1.124	0.694	0.522
V*F	0.001	2	0.001	41.693	0.000
Error	0.000	10	1.621		
Total	7.413	18			
Corrected Total	0.061	17			

- Hasil uji Duncan

VF	N	Subset					Notasi
		1	2	3	4	5	
CF2	3	0.5751					A
CF1	3	0.5805					A
KF2	3		0.6317				B
KF1	3			0.6401			C
CF0	3				0.6561		D
KF0	3					0.7509	E
Sig.		0.136	1.000	1.000	1.000	1.000	

Lampiran 4.3 Perhitungan kadar air

- Contoh perhitungan kadar air

Sampel	Berat botol timbang (g)	Berat sampel (g)	Berat botol + sampel (g)	Berat setelah pengovenan (g)
CF10	11.6928	2.0009	13.6937	13.4608

$$\begin{aligned} \text{Kadar air (bb)} &= \frac{\text{berat botol+sampel} - \text{berat setelah pengovenan}}{\text{berat sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{13.6937 - 13.4608}{2.0009} \times 100\% \\ &= 11.6398\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar air (bk)} &= \frac{\text{kadar air (bb)}}{100 - \text{kadar air (bb)}} \times 100\% \\ &= \frac{11.6398}{100 - 11.6398} \times 100\% \\ &= 13.1731\% \end{aligned}$$

- Hasil rata-rata

Sampel	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	\bar{x}	Stdev
CF0	13.3197	13.3177	13.2275	13.2883	0.0527
CF1	12.1534	12.0568	12.1311	12.1138	0.0506
CF2	11.7757	11.7396	11.8477	11.7877	0.0551
KF0	13.7415	13.7254	13.7342	13.7337	0.0081
KF1	12.8377	12.8430	12.9517	12.8775	0.0643
KF2	12.4280	12.5221	12.4031	12.4511	0.0628

- Hasil uji ANOVA

Sumber	Jumlah Kuadrat	Derajat Kebebasan	Ragam	F. Hitung	Sig.
Corrected Model	8.052 ^a	7	1.150	355.892	0.000
Intercept	2907.181	1	2907.181	8.995	0.000
Varietas	1.753	1	1.753	542.430	0.000
Fermentasi	6.218	2	3.109	962.011	0.000
Ulangan	0.001	2	0.000	0.107	0.900
V*F	0.079	2	0.040	12.291	0.002
Error	0.032	10	0.003		

Total	2915.265	18
Corrected Total	8.084	17

- Hasil uji Duncan

VF	N	Subset						Notasi
		1	2	3	4	5	6	
CF2	3	11.7877						A
CF1	3		12.1138					B
KF2	3			12.4511				C
KF1	3				12.8775			D
CF0	3					13.2883		E
KF0	3						13.7337	F
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	

Lampiran 4.4 Perhitungan kadar abu

- Contoh perhitungan kadar abu

Sampel	Berat cawan (g)	Berat sampel (g)	Berat cawan + sampel (g)	Berat setelah pengabuan (g)
CF10	14.2199	2.0013	16.2212	14.2659

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar abu (bb)} &= \frac{\text{berat setelah pengabuan} - \text{berat cawan}}{\text{berat sampel}} \times 100\% \\
 &= \frac{14.2659 - 14.2199}{2.0013} \times 100\% \\
 &= 2.2985\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar abu (bk)} &= \frac{\text{kadar abu}}{100 - \text{kadar air (bb)}} \times 100\% \\
 &= \frac{2.2985}{100 - 11.6398} \times 100\% \\
 &= 2.6013\%
 \end{aligned}$$

- Hasil rata-rata

Sampel	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	\bar{x}	Stdev
CF0	2.7298	2.6845	2.6260	2.6801	0.0521
CF1	1.0395	1.0471	1.1037	1.0635	0.0351
CF2	0.6367	0.6198	0.5982	0.6182	0.0193

KF0	2.5497	2.4210	2.5151	2.4953	0.0666
KF1	0.6993	0.7500	0.7170	0.7221	0.0257
KF2	0.6039	0.5707	0.6488	0.6078	0.0392

- Hasil uji ANOVA

Sumber	Jumlah Kuadrat	Derajat Kebebasan	Ragam	F. Hitung	Sig.
Corrected Model	13.929 ^a	7	1.990	1.021	0.000
Intercept	33.513	1	33.513	1.720	0.000
Varietas	0.144	1	0.144	73.905	0.000
Fermentasi	13.701	2	6.850	3.517	0.000
Ulangan	0.002	2	0.001	0.619	0.558
V*F	0.082	2	0.041	21.098	0.000
Error	0.019	10	0.002		
Total	47.462	18			
Corrected Total	13.949	17			

- Hasil uji Duncan

VF	N	Subset					Notasi
		1	2	3	4	5	
KF2	3	0.6078					A
CF2	3	0.6182					A
KF1	3		0.7221				B
CF1	3			1.0635			C
KF0	3				2.4953		D
CF0	3					2.6801	E
Sig.		0.778	1.000	1.000	1.000	1.000	

Lampiran 4.5 Perhitungan kadar protein

- Contoh perhitungan kadar protein

Sampel	Berat sampel (g)	Normalitas HCL	Volume titrasi sampel (ml)	Volume titrasi blanko (ml)
CF10	0.1009	0.0200	1.4000	0.2000

$$\begin{aligned} \%N &= \frac{(\text{vol.titrasi sampel} - \text{vol titrasi blanko}) \times N \text{ HCl} \times 14.008}{\text{berat sampel} \times 1000} \\ &= \frac{(1.4 - 0.2) \times 0.02 \times 14.008}{0.1009 \times 1000} \\ &= 0.0033 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar protein (bb)} &= \%N \times 6.25 \times 100\% \\ &= 0.0033 \times 6.25 \times 100\% \\ &= 2.0825\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar protein (bk)} &= \frac{\text{kadar protein}}{100 - \text{kadar air (bb)}} \times 100\% \\ &= \frac{2.0825}{100 - 11.6398} \times 100\% \\ &= 2.3568\% \end{aligned}$$

- Hasil rata-rata

Sampel	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	\bar{x}	Stdev
CF0	2.3657	2.3716	2.2731	2.3368	0.0552
CF1	1.3712	1.3687	1.3662	1.3687	0.0025
CF2	1.3632	1.3601	1.3600	1.3611	0.0018
KF0	2.2770	2.3801	2.3732	2.3434	0.0576
KF1	1.2797	1.3790	1.2770	1.3119	0.0581
KF2	1.3705	1.2731	1.2723	1.3053	0.0565

- Hasil uji ANOVA

Sumber	Jumlah Kuadrat	Derajat Kebebasan	Ragam	F. Hitung	Sig.
Corrected Model	4.040 ^a	7	0.577	260.024	0.000
Intercept	50.273	1	50.273	2.265	0.000
Varietas	0.006	1	0.006	2.529	0.143
Fermentasi	4.027	2	2.014	907.092	0.000
Ulangan	0.004	2	0.002	0.834	0.462
V*F	0.004	2	0.002	0.892	0.440
Error	0.022	10	0.002		
Total	54.335	18			
Corrected Total	4.063	17			

- Hasil uji Duncan

VF	N	Subset		Notasi
		1	2	
KF2	3	1.3053		A
KF1	3	1.3119		A
CF2	3	1.3611		A
CF1	3	1.3687		A
CF0	3		2.3368	B
KF0	3		2.3434	B
Sig.		0.155	0.867	

Lampiran 4.6 Perhitungan kadar lemak

- Contoh perhitungan kadar lemak

Sampel	Berat labu (g)	Berat sampel (g)	Berat labu + lemak awal (g)	Berat labu + lemak akhir (g)
CF10	32.2123	2.0006	32.3579	32.2503

$$\begin{aligned} \text{Kadar lemak (bb)} &= \frac{\text{berat labu+lemak akhir}-\text{berat labu}}{\text{berat sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{32.2503-32.2123}{2.0006} \times 100\% \\ &= 1.8994\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar lemak (bk)} &= \frac{\text{kadar lemak}}{100-\text{kadar air (bb)}} \times 100\% \\ &= \frac{1.8994}{100-11.6398} \times 100\% \\ &= 2.1496\% \end{aligned}$$

- Hasil rata-rata

Sampel	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	\bar{x}	Stdev
CF0	2.1463	2.1289	2.1559	2.1437	0.0137
CF1	2.0145	1.9127	2.0268	1.9847	0.0627
CF2	1.8282	1.8110	1.8306	1.8233	0.0107
KF0	1.8022	1.7811	1.7409	1.7747	0.0311
KF1	1.6216	1.6527	1.6502	1.6415	0.0173
KF2	1.5263	1.4977	1.4869	1.5036	0.0203

- Hasil uji ANOVA

Sumber	Jumlah Kuadrat	Derajat Kebebasan	Ragam	F. Hitung	Sig.
Corrected Model	0.799 ^a	7	0.114	117.459	0.000
Intercept	59.095	1	59.095	6.084	0.000
Varietas	0.532	1	0.532	547.979	0.000
Fermentasi	0.262	2	0.131	135.095	0.000
Ulangan	0.002	2	0.001	1.081	0.376
V*F	0.002	2	0.001	0.940	0.422
Error	0.010	10	0.001		
Total	59.903	18			
Corrected Total	0.808	17			

- Hasil uji Duncan

VF	N	Subset					Notasi
		1	2	3	4	5	
KF2	3	1.5036					A
KF1	3		1.6415				B
KF0	3			1.7747			C
CF2	3			1.8233			C
CF1	3				1.9847		D
CF0	3					2.1437	E
Sig.		1.000	1.000	0.086	1.000	1.000	

Lampiran 4.7 Perhitungan kadar serat kasar

- Contoh perhitungan kadar serat kasar

Sampel	Berat sampel (g)	Berat kertas saring (g)	Berat sampel + kertas saring (g)	Berat setelah pengovenan
CF10	2.0006	1.0776	3.0782	1.4551

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar serat kasar (bb)} &= \frac{\text{berat setelah pengovenan} - \text{berat kertas saring}}{\text{berat sampel}} \times 100\% \\
 &= \frac{1.4551 - 1.0776}{2.0006} \times 100\% \\
 &= 18.8693\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar serat kasar (bk)} &= \frac{\text{kadar serat kasar}}{100 - \text{kadar air (bb)}} \times 100\% \\ &= \frac{18.8693}{100 - 11.6398} \times 100\% \\ &= 21.3550\% \end{aligned}$$

- Hasil rata-rata

Sampel	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	\bar{x}	Stdev
CF0	21.6664	22.3680	21.2938	21.7761	0.5454
CF1	19.9166	20.0198	18.9178	19.6181	0.6086
CF2	18.5337	18.1821	17.6253	18.1137	0.4580
KF0	22.9135	22.3580	22.9946	22.7553	0.3465
KF1	20.1337	20.3439	21.0098	20.4958	0.4574
KF2	19.0374	19.4912	19.0473	19.1920	0.2592

- Hasil uji ANOVA

Sumber	Jumlah Kuadrat	Derajat Kebebasan	Ragam	F. Hitung	Sig.
Corrected Model	44.453 ^a	7	6.350	28.351	0.000
Intercept	7436.019	1	7436.019	3.320	0.000
Varietas	4.308	1	4.308	19.233	0.001
Fermentasi	39.806	2	19.903	88.856	0.000
Ulangan	0.308	2	0.154	0.689	0.525
V*F	0.030	2	0.015	0.067	0.935
Error	2.240	10	0.224		
Total	7482.712	18			
Corrected Total	46.693	17			

- Hasil uji Duncan

VF	N	Subset					Notasi
		1	2	3	4	5	
CF2	3	18.1137					A
KF2	3		19.1920				B
CF1	3		19.6181				B
KF1	3			20.4958			C

CF0	3				21.7761		D
KF0	3					22.7553	E
Sig.		1.000	.296	1.000	1.000	1.000	

Lampiran 4.8 Perhitungan hemiselulosa

- Contoh perhitungan hemiselulosa

Sampel	Berat sampel (g)	Sampel Tanpa Lemak (g)	Kertas Saring (g)	A	Hasil hidrolisis
CF10	2.0038	1.9659	0.5398	0.9829	0.9342

$$\begin{aligned} \text{Fraksi A} &= \text{berat bahan tanpa lemak} : 2 \\ &= 1.9659 \text{ gram} : 2 \\ &= 0.9829 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Fraksi B} &= \text{berat hasil hidrolisis} - \text{berat kertas saring} \\ &= 0.9342 \text{ gram} - 0.5398 \text{ gram} \\ &= 0.3944 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Hemiselulosa} &= \frac{\text{fraksi A-B}}{\text{berat sampel awal}} \times 100\% \\ &= \frac{0.9829 - 0.3944}{2.0038} \times 100\% \\ &= 29.3713\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{pd serat kasar (bb)} &= \frac{29.3713}{100} \times 18.8693\% \\ &= 5.5422\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{pd serat kasar (bk)} &= \frac{\text{kadar hemiselulosa}}{100 - \text{kadar air (bb)}} \times 100\% \\ &= \frac{5.5422}{100 - 11.6398} \times 100\% \\ &= 6.2722\% \end{aligned}$$

- Hasil rata-rata

Sampel	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	\bar{x}	Stdev
CF0	7.2552	7.5110	7.0433	7.2698	0.2342
CF1	6.2115	6.1692	5.8760	6.0856	0.1827
CF2	5.4449	5.3431	5.0808	5.2896	0.1878
KF0	7.8261	7.6515	7.8787	7.7854	0.1189

KF1	6.5638	6.4090	6.7280	6.5669	0.1596
KF2	5.7893	5.9112	5.7517	5.8174	0.0834

- Hasil uji ANOVA

Sumber	Jumlah Kuadrat	Derajat Kebebasan	Ragam	F. Hitung	Sig.
Corrected Model	13.092 ^a	7	1.870	65.095	0.000
Intercept	753.293	1	753.293	2.622	0.000
Varietas	1.162	1	1.162	40.458	0.000
Fermentasi	11.875	2	5.938	206.655	0.000
Ulangan	0.053	2	0.026	0.919	0.430
V*F	0.002	2	0.001	0.030	0.970
Error	0.287	10	0.029		
Total	766.673	18			
Corrected Total	13.380	17			

- Hasil uji Duncan

VF	N	Subset Hemiselulosa					Notasi
		1	2	3	4	5	
CF2	3	5.2896					A
KF2	3		5.8174				B
CF1	3		6.0856				B
KF1	3			6.5669			C
CF0	3				7.2698		D
KF0	3					7.7854	E
Sig.		1.000	0.075	1.000	1.000	1.000	

Lampiran 4.9 Perhitungan Selulosa

- Contoh perhitungan selulosa

Sampel	Berat sampel (g)	A	Kertas Saring (g)	B	Hasil hidrolisis 2
CF10	2.0038	0.9829	0.5542	0.3944	0.5584

$$\begin{aligned}\text{Fraksi C} &= \text{berat hasil hidrolisis 2} - \text{berat kertas saring} \\ &= 0.5584 \text{ gram} - 0.5542 \text{ gram} \\ &= 0.0042 \text{ gram}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Selulosa} &= \frac{\text{fraksi B-C}}{\text{berat sampel awal}} \times 100\% \\ &= \frac{0.3944 - 0.0042}{2.0038} \times 100\% \\ &= 19.4730\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{pd serat kasar (bb)} &= \frac{19.4730}{100} \times 18.8693\% \\ &= 3.6744\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{pd serat kasar (bk)} &= \frac{\text{kadar hemiselulosa}}{100 - \text{kadar air (bb)}} \times 100\% \\ &= \frac{3.6744}{100 - 11.6398} \times 100\% \\ &= 4.1585\%\end{aligned}$$

- Hasil rata – rata

Sampel	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	\bar{x}	Stdev
CF0	4.7261	4.8434	4.7254	4.7650	0.0679
CF1	4.0190	3.8831	3.8491	3.9171	0.0899
CF2	3.3682	3.1794	3.1794	3.2424	0.1090
KF0	4.9295	4.8108	4.9328	4.8910	0.0695
KF1	4.0916	4.1423	4.2545	4.1628	0.0833
KF2	3.7983	3.7182	3.7817	3.7661	0.0423

- Hasil uji ANOVA

Sumber	Jumlah Kuadrat	Derajat Kebebasan	Ragam	F. Hitung	Sig.
Corrected Model	5.335 ^a	7	0.762	83.785	0.000
Intercept	308.717	1	308.717	3.394	0.000
Varietas	0.313	1	0.313	34.442	0.000
Fermentasi	4.945	2	2.473	271.830	0.000
Ulangan	0.011	2	0.005	0.601	0.567
V*F	0.065	2	0.033	3.597	0.067
Error	0.091	10	0.009		
Total	314.143	18			
Corrected Total	5.426	17			

- Hasil uji Duncan

VF	N	Subset Selulosa				Notasi
		1	2	3	4	
CF2	3	3.3463				A
KF2	3		3.7661			B
CF1	3		3.9171			B
KF1	3			4.1628		C
CF0	3				4.7650	D
KF0	3				4.8910	D
Sig.		1.000	.068	1.000	.120	

Lampiran 4.10 Dokumentasi penelitian



Bahan fermentasi



Bahan baku



Pengayakan



Sera MOCAF



Analisis kadar abu dan air



Analisis kadar selulosa