



**PRODUKSI MOCAF (*Modified Cassava Flour*) DARI SINGKONG
BERKULIT ARI DENGAN VARIASI TAHAP FERMENTASI
DAN KONSENTRASI H₂O₂**

SKRIPSI

Oleh

Rizky Amalia

NIM 121710101059

**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
2016**



**PRODUKSI MOCAF (*Modified Cassava Flour*) DARI SINGKONG
BERKULIT ARI DENGAN VARIASI TAHAP FERMENTASI
DAN KONSENTRASI H₂O₂**

SKRIPSI

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

Oleh

Rizky Amalia

NIM 121710101059

**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
2016**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Samiastuty dan Ayahanda Moefti Imam Santoso (Alm.) tercinta yang menjadi panutan dan memberi kasih sayang sejak saya dilahirkan;
2. Kakak-kakak tercinta Samiadjie Prasetyo Wibowo dan Muthia Tri Ardiyanti;
3. Adik-adik tercinta Novie Puspita Megawati (Alm.), Moh. Ihsan Ridwan Rais, Rajendra Virendra Wardhana;
4. Keluarga besar Samsuudin di Sumenep, Madura;
5. Guru pengajar sejak taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi;
6. Almamater TK PGRI Semarang; SDN Pangarangan 1, Sumenep; SMPN 1, Sumenep; SMAN 1, Sumenep dan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember;
7. Jajaran Dekanat Fakultas Teknologi Pertanian dan Jurusan Teknologi Hasil Pertanian beserta staf administrasi;
8. Keluarga besar laboratorium Kimia dan Biokimia Pangan dan Hasil pertanian (Bu Wiwik, Bu Dini, Mbak Ketut);
9. Rekan-rekan penelitian, Minawati Nadhifah dan Nurul Hardiyanti yang sering membantu dan memberi semangat;
10. Teman-teman angkatan 2012 Istimewa, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember;

MOTO

Barangsiapa bertakwa pada Allah, maka Allah memberikan jalan keluar kepadanya dan memberi rezeki dari arah yang tidak disangka-sangka.

(terjemahan Surat Ath-Thalaq ayat 2 dan 3)^{*)}

Disiplin adalah sikap, bukan modal seperti uang atau relasi. Tapi sikap disiplin bisa mengalahkan modal uang dan relasi. Orang-orang yang berdisiplin biasanya memiliki jaminan pasti pada hasil. Mereka tidak melesat membidik target karena telah terbiasa melakukan segala sesuatu pada relnya, pada waktunya dan dengan kesungguhan untuk memenuhi hingga tuntas.^{**)}

Semua cita-cita dan ambisi hanya bisa direngkuh apabila kita mau terus belajar berbagai hal, di mana pun dan kepada siapa pun.^{***)}

^{*)} Departemen Agama Republik Indonesia. 2005. *Al Qur' an dan Terjemahannya*. Jakarta: PT. Syamil Cipta Media.

^{**)} Endah, A. 2011. *Merry Riana Mimpi Sejuta Dolar*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

^{***)} Diredja, T. G. 2012. *Chairul Tanjung Si Anak Singkong*. Jakarta: PT. Gramedia.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rizky Amalia

NIM : 121710101059

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Produksi Mocaf (*Modified Cassava Flour*) Dari Singkong Berkulit Ari Dengan Variasi Tahap Fermentasi Dan Konsentrasi H_2O_2 ” adalah benar-benar hasil karya sendiri kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan kepada institusi manapun serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggungjawab atas keabsahan dan kebenaran isinyai sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 17 Juni 2016
Yang menyatakan,

Rizky Amalia
NIM 121710101059

SKRIPSI

**PRODUKSI MOCAF (*Modified Cassava Flour*) DARI SINGKONG
BERKULIT ARI DENGAN VARIASI TAHAP FERMENTASI
DAN KONSENTRASI H₂O₂**

Oleh
Rizky Amalia
NIM 121710101059

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Prof. Ir. Achmad Subagio, M. Agr., Ph.D.
Dosen Pembimbing Anggota : Miftahul Choiron, S.TP., M. Sc.

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “Produksi MOCAF (*Modified Cassava Flour*) Dari Singkong Berkulit Ari Dengan Variasi Tahap Fermentasi Dan Konsentrasi H₂O₂” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Jum’at, 17 Juni 2016

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Mengetahui,

Pembimbing Utama

Prof. Ir. Achmad Subagio, M. Agr., Ph.D.
NIP. 196905171992011001

Penguji Utama

Dr. Ir. Jayus
NIP. 196805161992031004

Pembimbing Anggota

Miftahul Choiron, S. TP., M. Sc.
NIP. 198503232008011002

Penguji Anggota

Ir. Wiwik. Siti Windrati, M. P.
NIP. 195311211979032002

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

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

RINGKASAN

Produksi MOCAF (*Modified Cassava Flour*) dari Singkong Berkulit Ari dengan Variasi Tahap Fermentasi dan Konsentrasi H₂O₂; Rizky Amalia; 2016; 83 halaman; Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Pada industri MOCAF pengupasan dilakukan secara manual apabila mekanisasi pengupasan diterapkan hanya kulit terluar yang terkupas sehingga kulit ari tetap melekat pada daging umbi singkong. Kulit ari mengandung karbohidrat 33 gr dan serat kasar 15,2 gr per 100 gr bahan. Kandungan lain yaitu saponin yang memiliki aktivitas antimikroba sehingga pembuatan MOCAF dari singkong yang masih terdapat kulit arinya membutuhkan penyesuaian lama fermentasi karena semakin lama fermentasi maka aktivitas antimikroba terhambat.

Aktivitas antimikroba pada saponin didalam kulit ari singkong memungkinkan kurang efektifnya fermentasi. Hal ini diatasi dengan menambahkan proses oksidasi menggunakan Hidrogen peroksida (H₂O₂) dan penyinaran UV sebagai katalisator. Konsentrasi H₂O₂ perlu disesuaikan karena apabila terlalu tinggi mengakibatkan kondisi menjadi terlalu basa. Tujuan dalam penelitian ini adalah mengetahui karakteristik fisik, kimia dan fungsional MOCAF (*Modified Cassava Flour*) dari singkong berkulit ari dengan variasi tahap fermentasi dan konsentrasi H₂O₂.

Pada penelitian ini dilakukan analisis dan pengamatan terhadap perubahan-perubahan yang terjadi dengan adanya pengaruh tahap fermentasi dan konsentrasi penambahan H₂O₂. Tahap fermentasi terdiri dari perendaman senyawa aktif A, inkubasi dan perendaman senyawa aktif C. Perubahan pada setiap perlakuan dapat diketahui dari nilai rendemen, derajat putih, bentuk granula pati, kadar air, kadar serat, residu H₂O₂, sifat amilografi, *swelling power*, kejernihan pasta dan kemampuan membentuk gel pasta. Data diolah menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dan apabila berbeda nyata dilanjutkan dengan uji beda nyata Duncan's Multiple Range Test (DNMRT) pada taraf uji 5 %. Data hasil analisis ditampilkan dalam bentuk grafik dan tabel.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknologi pengolahan MOCAF (*Modified Cassava Flour*) dari singkong berkulit ari dengan variasi tahap fermentasi dan Konsentrasi Hidrogen peroksida menyebabkan penurunan rendemen, peningkatan derajat putih, mengembang dan pecahnya bentuk granula, kadar air sesuai SNI tahun 2011, kadar serat menurun, residu H₂O₂ sesuai ketentuan GRAS (*Generally Recognized as Safe*), *swelling power* meningkat, kejernihan pasta meningkat dan bentuk gel pasta yang semakin tidak kokoh serta berwarna cerah. Sifat amilografi MOCAF termodifikasi termodifikasi yaitu *peak viscosity*, *minimum viscosity*, *final viscosity*, *setback*, *peak time* dan *pasting temperature* semakin besar pada perlakuan tahap fermentasi yang semakin banyak namun menurun dengan semakin besarnya konsentrasi H₂O₂ sedangkan *breakdown* menunjukkan hasil yang sebaliknya.

SUMMARY

Production of MOCAF (*Modified Cassava Flour*) from Epidermis Skinned Cassava with Variation of Fermentation Stage and H₂O₂ Concentration; Rizky Amalia; 2016; 83 pages; Agriculture Product of Technology Department, Agriculture Technology Faculty, Jember University.

In the MOCAF industry peeling was done manually, mechanization can be applied only to peel the outer shell so that the epidermis still attached to flesh of cassava tuber. Epidermis contains 33 grams of carbohydrate and 15.2 g of crude fiber in 100 g of substance. Other content that is saponin which has antimicrobial activity so production of MOCAF that still has epidermis needs adjustment by long time of the fermentation, as long as the fermentation happened the antimicrobial activity is inhibited.

The antimicrobial activity of the saponin in the epidermis of cassava allows less effective of fermentation. This case was solved by adding the oxidation process using hydrogen peroxide (H₂O₂), and UV irradiation as a catalyst. H₂O₂ concentration needs to be adjusted because if it too high will cause condition being too alkaline. The purpose of this research was to determine the characteristics of the physical, chemical and functional MOCAF (Modified Cassava Flour) from epidermis skinned cassava with variations of fermentation stage and the concentration of H₂O₂.

In this research, analysis and observations of the changes that occur with the influence of the fermentation stage and increase of H₂O₂ concentration. Fermentation stage consists of soaking by adding the active compound A, incubation and soaking by adding the active compound C. Changes in each treatment can be known from the value of the yield, the degree of whiteness, granulated starch, moisture content, fiber content, residual H₂O₂, amilography properties, swelling power, clarity of pasta and the ability to form a gel paste. The data were processed using Analysis of Variance (ANOVA) and if it significantly different test followed by Duncan's Multiple Range Test (DNMRT) at test level 5%. Analysis results are displayed in graphs and tables.

The results showed that the mocaf processing technology MOCAF (Modified Cassava Flour) from epidermis skinned cassava with variations fermentation stage and the concentration of hydrogen peroxide cause a decrease in yield, increased degree of whiteness, swell and rupture of granular form, the water content in accordance with SNI in 2011, the fiber content decreased, residual H_2O_2 was suitable according to provisions GRAS (Generally Recognized as Safe), swelling power increases, increased clarity pasta and pasta gel forms are increasingly crowing and brightly colored. Amilografi properties of modified mocaf are peak viscosity, minimum viscosity, final viscosity, setback, peak time and pasting temperature the greater the fermentation stage treatment that more and more, but decreased with increasing the concentration of H_2O_2 while a breakdown showed the opposite results.

PRAKATA

Segala puji bagi Allah SWT yang senantiasa memberi Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Produksi MOCAF (*Modified Cassava Flour*) Dari Singkong Berkulit Ari Dengan Variasi Tahap Fermentasi Dan Konsentrasi H₂O₂”. Shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknologi hasil pertanian Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Selama penyusunan skripsi ini, penulis banyak memperoleh bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Prof. Ir. Achmad Subagio M. Agr., Ph.D., selaku Dosen pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Akademik, Miftahul Choiron S.TP., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Anggota, Dr. Ir. Jayus selaku Penguji Utama dan Ir. Wiwik Siti Windrati, M.P., selaku Penguji Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Yuli Witono, S.TP, M.P selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember;
3. Keluarga tercinta yang telah membantu dengan doa serta memberikan bimbingan baik berupa moril, materil maupun spriritual;
4. Teman-teman seperjuangan selama kuliah serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis berharap kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata penulis berharap, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat.

Jember, 17 Juni 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN SKRIPSI	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Singkong	5
2.2 Kulit Ari Singkong	7
2.3 MOCAF (Modified Cassava Flour)	8
2.4 Proses Pembuatan MOCAF (Modified Cassava Flour)	10
2.5 Fermentasi pada MOCAF (Modified Cassava Flour)	12
2.6 Oksidasi Pati	14
2.7 Hidrogen Peroksida (H ₂ O ₂)	15

BAB 3. METODE PELAKSANAAN	17
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	17
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	17
3.2.1 Bahan Penelitian	17
3.2.2 Alat Penelitian	17
3.3 Metode Penelitian	17
3.3.1 Rancangan Penelitian	17
3.3.2 Pelaksanaan Penelitian	18
3.4 Parameter	21
3.5 Prosedur Analisis	21
3.6 Analisis Data	28
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Karakteristik Fisik MOCAF dari Singkong Berkulit Ari dengan Variasi Tahap Fermentasi dan Konsentrasi H ₂ O ₂	29
4.1.1 Rendemen MOCAF Termodifikasi	29
4.1.2 Derajat Putih MOCAF Termodifikasi	30
4.1.3 Bentuk Granula MOCAF Termodifikasi	32
4.2 Karakteristik Kimia MOCAF dari Singkong Berkulit Ari dengan Variasi Tahap Fermentasi dan Konsentrasi H ₂ O ₂	34
4.2.1 Kadar Air MOCAF Termodifikasi	34
4.2.2 Kadar Serat MOCAF Termodifikasi	35
4.2.3 Residu Hidrogen peroksida MOCAF Termodifikasi	36
4.3 Karakteristik Fungsional MOCAF dari Singkong Berkulit Ari dengan Variasi Tahap Fermentasi dan Konsentrasi H ₂ O ₂	37
4.3.1 Karakteristik Amilografi MOCAF Termodifikasi	37
4.3.2 Swelling Power MOCAF Termodifikasi	46
4.3.3 Kejernihan Pasta MOCAF Termodifikasi	47
4.3.4 Kemampuan membentuk Gel Pasta MOCAF Termodifikasi	49
BAB 5. PENUTUP	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	51

DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	56



DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Komponen gizi rata-rata singkong	6
2.2 Komponen gizi kulit ari singkong per 100 gram	7
2.3 Komponen gizi MOCAF per 100 gram	10
3.1 Kombinasi perlakuan dengan faktor tahap fermentasi dan konsentrasi penambahan H ₂ O ₂	18
3.2 Pengaturan suhu, waktu dan kecepatan putar Rapid Visco Analyzer (RVA)	27
4.1 Karakteristik amilografi MOCAF termodifikasi	38

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
3.1 Diagram pembuatan Senyawa Aktif B	18
3.2 Diagram pembuatan MOCAF dari singkong berkulit ari dengan variasi tahap fermentasi dan konsentrasi H ₂ O ₂ (I)	22
3.3 Diagram pembuatan MOCAF dari singkong berkulit ari dengan variasi tahap fermentasi dan konsentrasi H ₂ O ₂ (II)	23
4.1 Grafik rendemen MOCAF dari singkong berkulit ari dengan (A0) tanpa fermentasi, (A1) 1 tahap fermentasi, (A2) 2 tahap fermentasi dan (B0) 0% H ₂ O ₂ , (B1) 0.5% H ₂ O ₂ , (B2) 1% H ₂ O ₂ , (B3) 1.5% H ₂ O ₂	29
4.2 Grafik derajat putih MOCAF dari singkong berkulit ari dengan (A0) tanpa fermentasi, (A1) 1 tahap fermentasi, (A2) 2 tahap fermentasi dan (B0) 0% H ₂ O ₂ , (B1) 0.5% H ₂ O ₂ , (B2) 1% H ₂ O ₂ , (B3) 1.5% H ₂ O ₂	31
4.3 Bentuk Granula MOCAF dari singkong berkulit ari dilihat dari mikroskop dengan perbesaran 1000x. (A0) tanpa fermentasi, (A1) 1 tahap fermentasi, (A2) 2 tahap fermentasi, (B0) 0% H ₂ O ₂ , (B1) 0.5% H ₂ O ₂ , (B2) 1% H ₂ O ₂ dan (B3) 1.5% H ₂ O ₂	33
4.4 Grafik kadar air MOCAF dari singkong berkulit ari dengan (A0) tanpa fermentasi, (A1) 1 tahap fermentasi, (A2) 2 tahap fermentasi dan (B0) 0% H ₂ O ₂ , (B1) 0.5% H ₂ O ₂ , (B2) 1% H ₂ O ₂ , (B3) 1.5% H ₂ O ₂	34
4.5 Grafik kadar serat MOCAF dari singkong berkulit ari dengan (A0) tanpa fermentasi, (A1) 1 tahap fermentasi, (A2) 2 tahap fermentasi dan (B0) 0% H ₂ O ₂ , (B1) 0.5% H ₂ O ₂ , (B2) 1% H ₂ O ₂ , (B3) 1.5% H ₂ O ₂	35
4.6 Grafik residu Hidrogen peroksida MOCAF dari singkong berkulit ari dengan (A0) tanpa fermentasi, (A1) 1 tahap fermentasi, (A2) 2 tahap fermentasi dan (B0) 0% H ₂ O ₂ , (B1) 0.5% H ₂ O ₂ , (B2) 1% H ₂ O ₂ , (B3) 1.5% H ₂ O ₂	37
4.7 Grafik <i>peak viscosity</i> MOCAF dari singkong berkulit ari dengan (A0) tanpa fermentasi, (A1) 1 tahap fermentasi, (A2) 2 tahap fermentasi dan (B0) 0% H ₂ O ₂ , (B1) 0.5% H ₂ O ₂ , (B2) 1% H ₂ O ₂ , (B3) 1.5% H ₂ O ₂	39

4.8	Grafik <i>minimum viscosity</i> MOCAF dari singkong berkulit ari dengan (A0) tanpa fermentasi, (A1) 1 tahap fermentasi, (A2) 2 tahap fermentasi dan (B0) 0% H ₂ O ₂ , (B1) 0.5% H ₂ O ₂ , (B2) 1% H ₂ O ₂ , (B3) 1.5% H ₂ O ₂	40
4.9	Grafik <i>breakdown</i> MOCAF dari singkong berkulit ari dengan (A0) tanpa fermentasi, (A1) 1 tahap fermentasi, (A2) 2 tahap fermentasi dan (B0) 0% H ₂ O ₂ , (B1) 0.5% H ₂ O ₂ , (B2) 1% H ₂ O ₂ , (B3) 1.5% H ₂ O ₂	41
4.10	Grafik <i>final viscosity</i> MOCAF dari singkong berkulit ari dengan (A0) tanpa fermentasi, (A1) 1 tahap fermentasi, (A2) 2 tahap fermentasi dan (B0) 0% H ₂ O ₂ , (B1) 0.5% H ₂ O ₂ , (B2) 1% H ₂ O ₂ , (B3) 1.5% H ₂ O ₂	42
4.11	Grafik <i>setback</i> MOCAF dari singkong berkulit ari dengan (A0) tanpa fermentasi, (A1) 1 tahap fermentasi, (A2) 2 tahap fermentasi dan (B0) 0% H ₂ O ₂ , (B1) 0.5% H ₂ O ₂ , (B2) 1% H ₂ O ₂ , (B3) 1.5% H ₂ O ₂	44
4.12	Grafik <i>swelling power</i> MOCAF dari singkong berkulit ari dengan (A0) tanpa fermentasi, (A1) 1 tahap fermentasi, (A2) 2 tahap fermentasi dan (B0) 0% H ₂ O ₂ , (B1) 0.5% H ₂ O ₂ , (B2) 1% H ₂ O ₂ , (B3) 1.5% H ₂ O ₂	46
4.13	Grafik kejernihan pasta MOCAF dari singkong berkulit ari dengan (A0) tanpa fermentasi, (A1) 1 tahap fermentasi, (A2) 2 tahap fermentasi dan (B0) 0% H ₂ O ₂ , (B1) 0.5% H ₂ O ₂ , (B2) 1% H ₂ O ₂ , (B3) 1.5% H ₂ O ₂	48
4.14	Kenampakan gel pasta MOCAF dari singkong berkulit ari dengan (A0) tanpa fermentasi, (A1) 1 tahap fermentasi, (A2) 2 tahap fermentasi dan (B0) 0% H ₂ O ₂ , (B1) 0.5% H ₂ O ₂ , (B2) 1% H ₂ O ₂ , (B3) 1.5% H ₂ O ₂	50

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A.1 Rendemen MOCAF Termodifikasi	56
A.1.a Rendemen Produksi 1	56
A.1.b Rendemen Produksi 2	56
A.1.c Rendemen Produksi 3	57
A.1.d Rata-rata Rendemen Produksi 1, 2 dan 3	57
B.1 Derajat Putih MOCAF Termodifikasi	58
B.1.a Derajat Putih Produksi 1	58
B.1.b Derajat Putih Produksi 2	60
B.1.c Derajat Putih Produksi 3	62
B.1.d Rata-rata Derajat Putih Produksi 1, 2 dan 3	64
C.1 Kadar Air MOCAF Termodifikasi	65
C.1.a Kadar Air Produksi 1	65
C.1.b Kadar Air Produksi 2	65
C.1.c Kadar Air Produksi 3	66
C.1.d Rata-rata Kadar Air Produksi 1, 2 dan 3	66
D.1 Syarat Mutu MOCAF menurut SNI No. 7622 Tahun 2011	67
E.1 Kadar Serat MOCAF Termodifikasi	68
E.1.a Kadar Serat Produksi 1	68
E.1.b Kadar Serat Produksi 2	68
E.1.c Kadar Serat Produksi 3	69
E.1.d Rata-rata Kadar Serat Produksi 1, 2 dan 3	69
F.1 Residu Hidrogen Peroksida (H ₂ O ₂) MOCAF Termodifikasi	70
F.1.a Residu Hidrogen Peroksida (H ₂ O ₂) Produksi 1	70
F.1.b Residu Hidrogen Peroksida (H ₂ O ₂) Produksi 2	70
F.1.c Residu Hidrogen Peroksida (H ₂ O ₂) Produksi 3	70
F.1.d Rata-rata Residu Hidrogen Peroksida (H ₂ O ₂) Produksi 1, 2 dan 3	71
G.1 <i>Swelling Power</i> MOCAF Termodifikasi	72

G.1.a <i>Swelling Power</i> Produksi 1.....	72
G.1.b <i>Swelling Power</i> Produksi 2	72
G.1.c <i>Swelling Power</i> Produksi 3.....	73
G.1.d Rata-rata <i>Swelling Power</i> Produksi 1, 2 dan 3.....	73
H.1 Kejernihan Pasta MOCAF Termodifikasi.....	74
H.1.a Kejernihan Pasta Produksi 1.....	74
H.1.b Kejernihan Pasta Produksi 2	74
H.1.c Kejernihan Pasta Produksi 3.....	75
H.1.d Rata-rata Kejernihan Pasta Produksi 1, 2 dan 3.....	75
I.1 ANOVA MOCAF Termodifikasi	76
I.1.a Rendemen.....	76
I.1.b Derajat Putih	77
I.1.c Kadar Air.....	78
I.1.d Kadar Serat	79
I.1.e Residu Hidrogen Peroksida (H ₂ O ₂)	80
I.1.f <i>Swelling Power</i>	81
I.1.g Kejernihan Pasta	82
J.1 Kenampakan MOCAF termodifikasi.....	83

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

MOCAF (*Modified Cassava Flour*) merupakan produk dari singkong yang menggunakan prinsip memodifikasi sel singkong secara fermentasi (Subagio, dkk., 2008). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Johan (2010), tahap pembuatan MOCAF yaitu pemilihan bahan baku, pengupasan, pencucian, perajangan, fermentasi, pengeringan dan pengayakan. Pada industri MOCAF pengupasan dilakukan secara manual sehingga produksi tidak bisa dilakukan dalam jumlah besar. Mekanisasi pengupasan dapat diterapkan tetapi hanya dapat mengupas kulit terluar singkong sehingga penerapan ini akan menghasilkan kulit ari yang masih melekat pada daging umbi singkong.

Kulit ari singkong memiliki kandungan karbohidrat dan serat kasar dalam 100 gram bahan yaitu 33 gr dan 15,2 gr (Solekha, 2013). Menurut Sukmawati dan Milati (2009), kandungan karbohidrat pada kulit ari singkong dapat digunakan sebagai sumber energi bagi pertumbuhan mikroorganisme pada proses fermentasi. Penambahan kulit ari singkong sebagai bahan tambahan pembuatan MOCAF akan menambah jumlah nutrient bagi pertumbuhan mikroba dan kandungan serat kasar tepung yang dihasilkan. Namun kulit ari singkong mengandung saponin yang memiliki aktivitas antimikroba sehingga penambahan kulit ari singkong pada pembuatan MOCAF juga akan mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan mikroba pada proses fermentasi MOCAF.

Fermentasi pada pembuatan MOCAF dapat memicu pertumbuhan mikroba yang akan menghasilkan enzim pektinolitik dan sellulolitik penghidrolisis pati menjadi asam-asam organik, terutama asam laktat (Subagio, 2008). Proses fermentasi akan menyebabkan berkurangnya komponen penimbul warna sehingga dihasilkan MOCAF dengan warna yang lebih putih (Zulaidah, 2011). Berdasarkan penelitian Efendi (2010), lama fermentasi mempengaruhi karakteristik MOCAF yang dihasilkan, semakin lama fermentasi maka nilai derajat putih akan semakin meningkat. Dengan demikian lama fermentasi

merupakan hal yang penting untuk memperoleh MOCAF dengan karakteristik yang baik. Penambahan kulit ari singkong membutuhkan penyesuaian lama fermentasi karena mengandung saponin yang memiliki aktivitas antimikroba. Menurut Dewi (2015), lama fermentasi berpengaruh terhadap aktivitas antimikroba karena semakin lama fermentasi maka semakin banyak jumlah mikroba yang aktif dan menghasilkan asam laktat sehingga menekan aktivitas antimikroba.

Aktivitas antimikroba pada kulit ari singkong memungkinkan kurang efektifnya fermentasi yang dilakukan. Fermentasi yang kurang efektif akan menghasilkan MOCAF dengan karakteristik yang kurang baik seperti nilai derajat putih yang kecil. Hal tersebut dapat diatasi dengan menambahkan proses oksidasi. Oksidasi merupakan modifikasi kimiawi menggunakan oksidator yang dapat menyebabkan perubahan karakteristik pada produk pangan salah satunya meningkatkan nilai derajat putih tepung. Oksidator yang dapat digunakan pada proses oksidasi yaitu Hidrogen peroksida (H_2O_2).

Hidrogen peroksida merupakan oksidator kuat yang akan terdekomposisi menjadi oksigen dan air sehingga ramah lingkungan. Berdasarkan penelitian Setya (2015), penggunaan H_2O_2 sebagai oksidator dapat meningkatkan nilai derajat putih tepung yang dihasilkan. Pada konsentrasi H_2O_2 1 % diperoleh nilai derajat putih 86.70. Dany (2012) mengungkapkan bahwa oksidasi menggunakan H_2O_2 perlu dikombinasikan dengan penyinaran UV yang berfungsi sebagai katalisator. Oksidasi menggunakan 1% H_2O_2 dan penyinaran UV selama 10 menit menghasilkan MOCAF dengan derajat putih yang lebih besar. Berdasarkan hal tersebut, oksidasi dianggap mampu memperbaiki kekurangan dari fermentasi. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai produksi MOCAF singkong berkulit ari dengan variasi tahap fermentasi dan konsentrasi H_2O_2 .

1.2 Perumusan Masalah

Kulit ari singkong segar mengandung saponin yang memiliki aktivitas antimikroba. Mekanisme kerja saponin sebagai antimikroba yaitu mengganggu permeabilitas membrane sel mikroba sehingga mengakibatkan kerusakan pada

membrane sel dan keluarnya komponen penting dari dalam sel. Metabolisme menjadi terhambat lalu terjadi penurunan ATP sehingga pertumbuhan sel menjadi lambat kemudian mati (Dewi, 2015). Menurut Mangunwardoyo, dkk. (2008), saponin dapat menghambat pertumbuhan bakteri gram positif. Pada proses fermentasi MOCAF digunakan bakteri asam laktat (BAL) yang merupakan bakteri gram positif sehingga saponin dalam kulit ari singkong akan menghambat pertumbuhan bakteri ini pada proses fermentasi. Dewi (2015) menyatakan lama fermentasi akan mempengaruhi aktivitas antimikroba, semakin lama fermentasi maka semakin banyak jumlah mikroba yang aktif dan menghasilkan asam laktat sehingga menekan aktivitas antimikroba. Dengan demikian penambahan kulit ari singkong membutuhkan penyesuaian lama fermentasi.

Aktivitas antimikroba pada kulit ari singkong memungkinkan kurang efektifnya fermentasi yang dilakukan sehingga menghasilkan MOCAF dengan karakteristik yang kurang baik seperti nilai derajat putih yang kecil. Hal tersebut dapat diatasi dengan menambahkan proses oksidasi. Oksidator yang digunakan yaitu Hidrogen peroksida (H_2O_2) karena merupakan oksidator kuat. Berdasarkan penelitian Setya (2015), penggunaan Hidrogen peroksida sebagai oksidator dapat meningkatkan nilai derajat putih tepung yang dihasilkan. Dany (2012) mengungkapkan bahwa oksidasi menggunakan H_2O_2 perlu dikombinasikan dengan penyinaran UV yang berfungsi sebagai katalisator. Oksidasi menggunakan 1% H_2O_2 dan penyinaran UV selama 10 menit menghasilkan MOCAF dengan derajat putih yang lebih besar. Berdasarkan hal tersebut, oksidasi dianggap mampu memperbaiki kekurangan dari fermentasi namun konsentrasi H_2O_2 yang terlalu tinggi akan menyebabkan kondisi yang terlalu basa sehingga menurunkan nilai derajat putih. Dengan demikian perlu adanya penyesuaian konsentrasi H_2O_2 yang digunakan.

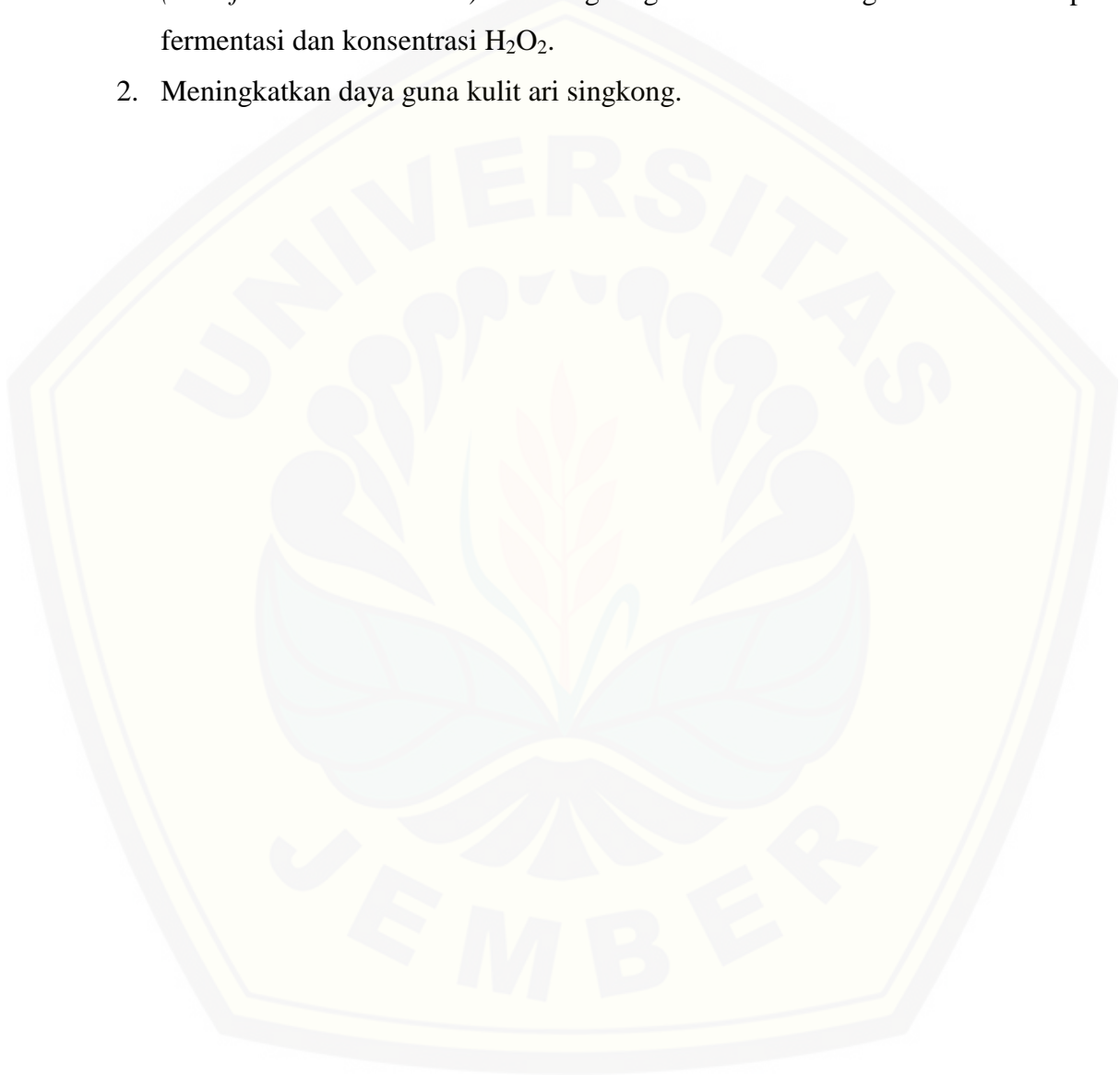
1.3 Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini adalah mengetahui karakteristik fisik, kimia dan fungsional MOCAF (*Modified Cassava Flour*) dari singkong berkulit ari dengan variasi tahap fermentasi dan konsentrasi H_2O_2 .

1.4 Manfaat

Adapun manfaat yang diperoleh dari penerapan penelitian ini adalah:

1. Memberi informasi tentang karakteristik fisik, kimia dan fungsional MOCAF (*Modified Cassava Flour*) dari singkong berkulit ari dengan variasi tahap fermentasi dan konsentrasi H_2O_2 .
2. Meningkatkan daya guna kulit ari singkong.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Singkong

Singkong atau ubi kayu merupakan salah satu sumber daya alam lokal Indonesia. Daerah penghasil ubi kayu terbesar di Indonesia antara lain Lampung, Jawa Tengah, Jawa Timur, Jawa Barat, Daerah Istimewa Yogyakarta, dan beberapa daerah lain. Ubi kayu memiliki nama Botani *Manihot esculenta Crantz* tapi lebih dikenal dengan nama lain *Manihot utilissima*. Singkong merupakan jenis umbi-umbian dengan umur simpan yang singkat sehingga perlu penanganan pasca panen yang tepat. Tanaman ubi kayu termasuk ke dalam kingdom *Plantae*, divisi *Spermatophyta*, subdivisi *Angiospermae*, kelas *Dicotyledonae*, family *Euphorbiaceae*, genus *Manihot* dengan spesies *esculenta Crantz* dengan berbagai varietas (Hendy, 2007).

Menurut Winarno (2004), singkong merupakan salah satu pangan sumber karbohidrat. Singkong biasanya diperdagangkan dalam bentuk masih berkulit. Umbinya mempunyai kulit yang terdiri dari 2 lapis yaitu kulit luar dan kulit dalam. Di bagian tengah daging umbi terdapat suatu jaringan yang tersusun dari serat. Karakteristik singkong yaitu mempunyai diameter fisik rata-rata 2-3 cm dan panjang 50-80 cm tetapi tergantung dari jenis ubi kayu. Daging umbinya berwarna putih atau kekuning-kuningan. Singkong dapat dipanen setelah berumur 6 bulan.

Karbohidrat dalam singkong berupa polisakarida seperti pati yang banyak terdapat pula dalam umbi-umbian lain. Kandungan pati dalam singkong yaitu 34,6 %. Pati memiliki struktur molekul yang berbentuk spiral sehingga akan menghasilkan warna biru apabila berikatan dengan iodine (I_2). Sifat ini dapat digunakan untuk menganalisis adanya pati. Polisakarida lain yang menyusun ubi kayu yaitu selulosa dan hemiselulosa. Pati dalam jaringan tanaman mempunyai bentuk granula (butir) yang berbeda-beda. Jenis pati dapat dibedakan dengan menggunakan mikroskop berdasarkan bentuk dan ukuran. Komponen gizi rata-rata umbi kayu menurut Zulaidah (2011) dapat dilihat pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1 Komponen gizi rata-rata ubi kayu

Komponen Gizi	Jumlah (%)
Air	11.5
Pati	83.8
Gula	5.13
Protein	1.12
Lemak	0.41
Serat	1.11
Abu	0.54

Sumber: (Zulaidah, 2011)

Hidrogen sianida (HCN) merupakan salah satu racun yang terdapat pada singkong. HCN berasal dari glikosida sianogenik yang terdapat dalam bahan makanan nabati dan secara potensial bersifat apabila terurai. Glikosida sianogenik akan mengeluarkan HCN apabila singkong dihancurkan, dikunyah, diiris dan rusak. Kandungan dalam singkong bervariasi. Kadar sianida singkong rata-rata dalam singkong manis dibawa 50 mg/kg berat asal sedangkan singkong pahit racun diatas 50 mg/kg (Winarno, 2004).

Proses pengolahan yang mampu mereduksi kandungan sianida dalam ubi kayu yaitu perendaman, pengeringan, perebusan, fermentasi, dan kombinasi dari proses-proses tersebut (Hendy, 2007). Menurut Winarno (2004), perlakuan perendaman, pemasakan dan fermentasi selama beberapa hari akan menyebabkan banyak linamarin yang rusak dan hydrogen sianidanya ikut terbang keluar. Pemasakan mudah menghilangkan hydrogen sianida karena enzim yang bertanggung jawab terhadap pemecahan linamarin menjadi inaktif sehingga hydrogen sianida tidak dapat terbentuk.

Ubi kayu yang langsung dipasarkan setelah panen tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu nilai gizinya masih rendah. Nilai gizi ubi kayu dapat ditingkatkan melalui pengolahan dan modifikasi. Modifikasi ubi kayu secara modern telah banyak dilakukan melalui penelitian. Penelitian tersebut mayoritas memodifikasi singkong yang kemudian diolah menjadi tepung. Zulaidah (2011), memodifikasi ubi kayu secara biologis menggunakan starter bimo-cf menjadi tepung termodifikasi pengganti gandum. Modifikasi ini menyebabkan adanya perubahan sifat fisikokimia dan rheologi yang cukup signifikan antara tepung ubi

kayu termodifikasi dengan tepung ubi kayu tanpa modifikasi dalam aspek swelling power dan solubility.

2.2 Kulit Ari Singkong

Kulit ari ubi kayu merupakan salah satu limbah organik yang dihasilkan pada industri MOCAF. Presentase kulit ari singkong yaitu sebesar 8-15 % dari berat total singkong segar (Nurseha, 2012). Menurut pemerintah Kabupaten Wonogiri (2013), produksi MOCAF yang mencapai 200-400 ton per bulannya akan menghasilkan limbah padat kulit ari singkong sebesar 1 sampai 2 ton per harinya.

Menurut Sukmawati dan Milati (2009), kandungan utama yang ada pada kulit ari singkong yaitu karbohidrat. Jumlah karbohidrat yang tinggi dapat digunakan sebagai sumber pakan ternak. Pati yang terkandung dalam kulit ari ubi kayu cukup tinggi sehingga memungkinkan jika digunakan sebagai sumber energi bagi mikroorganisme. Sumber energi ini dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mengurai senyawa kompleks yang ada menjadi senyawa sederhana. Komponen gizi kulit singkong per 100 gram menurut Solekha (2013) dapat dilihat pada

Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Komponen gizi kulit ari singkong	
Komponen Gizi	Jumlah (%)
Karbohidrat	33,00
Protein	8,11
Serat kasar	15,2
Pektin	0,22
Lemak	1,29
Kalsium	0,63

Sumber: (Rukmana, 1997)

Kulit singkong mengandung ikatan glikosida sianogenik yaitu suatu ikatan organik yang dapat menghasilkan racun dalam jumlah 0.1% yang dikenal sebagai racun biru (linamarin). Oleh karena itu, pemanfaatan kulit ari singkong belum terlalu luas. Namun sebenarnya racun tersebut dapat dihilangkan dengan cara menguapkan atau mengeringkannya pada suhu tinggi dan jika diolah menjadi karbon aktif atau dimodifikasi. Berdasarkan penelitian Ika, dkk (2012), fermentasi

pada MOCAF dapat menurunkan kadar HCN dan dapat melarutkan senyawa linamarin dan lotaustralin serta meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme yang dapat menguraikan racun menjadi asam organik. Menurut Rukmana (1997), kulit ari ubi kayu mempunyai nutrisi (total digestible nutrients atau TDN) tinggi sehingga memungkinkan untuk digunakan sebagai sumber energi bagi pertumbuhan mikroorganisme pada proses fermentasi.

Kandungan lain dari kulit ari singkong segar yaitu saponin yang memiliki aktivitas antimikroba. Saponin bekerja sebagai antimikroba dengan cara mengganggu stabilitas membrane sel mikroba sehingga menyebabkan sel mikroba lisis (Dewi, 2015). Mekanisme kerja saponin sebagai antimikroba yaitu dengan mengganggu permeabilitas membrane sel mikroba sehingga mengakibatkan kerusakan pada membrane sel dan keluarnya berbagai komponen penting dari dalam sel antara lain protein, asam nukleat, nukleotida dan komponen lainnya. Apabila berbagai komponen penting keluar dari dalam sel dapat menyebabkan metabolisme terhambat sehingga terjadi penurunan ATP yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan sel, pertumbuhan sel bakteri menjadi terhambat dan menyebabkan kematian sel. Menurut Mangunwardoyo, dkk. (2008), saponin dapat menghambat pertumbuhan bakteri gram positif, *S. aureus* dan khamir *C. albicans*.

2.3 MOCAF (*Modified Cassava Flour*)

MOCAF (*Modified Cassava Flour*) merupakan produk berbahan baku lokal yaitu ubi kayu yang dikembangkan di Laboratorium Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. MOCAF adalah produk turunan dari tepung singkong yang menggunakan prinsip memodifikasi sel singkong secara fermentasi, yang menghasilkan karakteristik khas sehingga dapat digunakan sebagai *food ingredient* dengan skala sangat luas (Subagio, dkk., 2008). Tepung ini telah diproduksi di Kabupaten Trenggalek oleh Koperasi Gemah Ripah Loh Jinawi dengan berpola klaster berkapasitas 200 ton per bulan (Subagio dkk., 2011).

Bahan utama pembuatan MOCAF yaitu singkong yang dimodifikasi dengan cara fermentasi menggunakan Bakteri Asam Laktat (BAL). Proses fermentasi ini dapat memicu pertumbuhan mikroba yang berperan mendegradasi komponen-komponen yang ada dalam ubi kayu. Mikroba tersebut juga menghasilkan enzim-enzim yang menghidrolisis pati menjadi gula dan selanjutnya mengubahnya menjadi asam-asam organik, terutama asam laktat (Subagio, 2008). Hal ini akan menyebabkan perubahan karakteristik, aroma dan citarasa yang berbeda dengan tepung singkong tanpa fermentasi (Nuron dan Hadi, 2014). Fermentasi juga berpengaruh pada derajat putih MOCAF yang semakin meningkat seiring lamanya waktu fermentasi. Berdasarkan penelitian Johan (2010), MOCAF yang memiliki derajat putih paling tinggi yaitu dari ubi kayu putih dengan fermentasi selama 72 jam. Efek fermentasi menyebabkan perubahan fisikokimia pada granula pati singkong dan sifat fungsional pati (Putri, dkk., 2011).

Kandungan nutrisi MOCAF berbeda dengan tepung terigu yaitu tidak adanya zat gluten. Gluten hanya terdapat pada tepung terigu dan dapat menentukan kekenyalan makanan. Kandungan karbohidrat MOCAF tinggi karena terbuat dari singkong yang pada dasarnya memiliki kandungan karbohidrat tinggi (Winarno, 2004). Karakteristik fisik dan organoleptik MOCAF berbeda dengan tepung ubi kayu pada umumnya. Kandungan nitrogen MOCAF lebih rendah dibandingkan tepung ubi kayu, dimana senyawa ini dapat menyebabkan warna coklat ketika pengeringan atau pemanasan. Dampaknya adalah warna MOCAF yang dihasilkan lebih putih jika dibandingkan dengan warna tepung ubi kayu biasa. Fermentasi juga berpengaruh pada derajat putih MOCAF yang semakin meningkat seiring lamanya waktu fermentasi (Nuron dan Hadi, 2014). Komponen gizi MOCAF menurut Subagio (2008) dapat dilihat pada **Tabel 2.3**.

Karakteristik MOCAF (*Modified Cassava Flour*) yang dihasilkan tergantung pada varietas dan lokasi penanaman singkong yang digunakan (Nuron dan Hadi, 2014). Penelitian yang dilakukan Johan (2010), pembuatan MOCAF menggunakan ubi kayu putih (varietas Malang-I) dan ubi kayu kuning (varietas Mentega) menghasilkan karakteristik yang berbeda. Ubi kayu putih memiliki

derajat putih yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan MOCAF yang dibuat dari ubi kayu kuning. Hasil pengukuran derajat putih MOCAF ubi kayu putih adalah antara 68,48 hingga 76,40 sedangkan MOCAF ubi kayu kuning 68,24 hingga 70,30. MOCAF ubi kayu putih cenderung memiliki viskositas dan daya serap yang lebih tinggi dibandingkan dengan MOCAF ubi kayu kuning.

Tabel 2.3 Komponen gizi MOCAF per 100 gram

Komposisi Gizi	Satuan	Jumlah
Air	%	Maks. 13
Protein	%	Maks. 1,2
Abu	%	Maks 0,2
Pati	%	82 – 85
Serat	%	1,0 – 4,2
Lemak	%	0,4 – 0,8
HCN	mg/kg	Tidak terdeteksi

Sumber: (Nuron dan Hadi, 2014)

MOCAF umumnya digunakan sebagai substitusi pada beberapa produk cake. Berdasarkan Kalukiningrum (2012), formulasi substitusi MOCAF dan tepung terigu yang tepat pada pembuatan fruit cake, cheese cake dan chocolate cake yaitu sebesar 70% : 30%. Aplikasi MOCAF juga dilakukan pada produk mie dikarenakan tingginya konsumsi mie oleh masyarakat Indonesia. Formulasi mie kering dengan perbandingan yang tepat antara MOCAF dengan terigu yaitu 50% :50 % (Ling dan Choiron, 2015).

2.4 Proses Pembuatan MOCAF (Modified Cassava Flour)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Johan (2010), MOCAF (*Modified Cassava Flour*) dibuat dengan tahapan yaitu pemilihan bahan baku, pengupasan, pencucian, perajangan, fermentasi, pencucian sebanyak dua kali, pengeringan (60°C, 12 jam) dan pengayakan menggunakan ayakan 80 mesh. Tahap pertama yaitu pemilihan bahan baku. Karakteristik MOCAF yang dihasilkan tergantung pada varietas dan lokasi penanaman singkong yang digunakan (Nuron dan Hadi, 2014). Umur singkong ideal yang sebaiknya digunakan antara lain berumur sekitar 8-12 bulan, masih segar, tidak busuk, dan tidak bercak-bercak hitam serta lama penyimpanan maksimal 2 hari. Berbagai varietas singkong dapat digunakan untuk membuat MOCAF, namun hasil penelitian menunjukkan bahwa varietas

singkong yang bisa dimakan dengan direbus tanpa perlakuan (*sweet cassava*) lebih baik karena citarasa singkong yang tidak terlalu kuat (Subagio, 2008).

Singkong dikupas menggunakan pisau sampai pada kulit bagian dalam (hingga singkong berwarna putih bersih). Setelah dikupas, singkong harus sesegera mungkin dimasukkan ke dalam bak pencucian agar tidak rusak dan berubah warna menjadi kebiruan akibat adanya asam sianida (HCN). Pencucian singkong harus dilakukan hingga benar-benar bersih. Lendir, kotoran dan segala jenis kontaminan yang melekat harus benar-benar hilang. Pencucian ini juga berfungsi melarutkan HCN yang ada pada singkong. Pencucian dapat dilakukan secara manual maupun mekanis. Proses pencucian di klaster MOCAF dilakukan dalam 2 bak pencucian. Bak pencucian pertama untuk perendaman bahan dalam air bersih untuk mempermudah proses pembersihan. Setelah direndam lalu dibersihkan satu-persatu untuk menghilangkan kotoran yang terikat dalam umbi hasil kupasan dan menghilangkan lendir, dan diletakkan pada bak yang kedua yang telah diisi air bersih (Subagio, 2008).

Menurut Subagio (2008), singkong yang sudah bersih selanjutnya diiris tipis-tipis, dengan ketebalan *chip* 1-1,5 mm. Jika terlalu tebal akan menurunkan mutu, karena infiltrasi dari senyawa organik menjadi sulit yang ditunjukkan oleh tingginya pH MOCAF yang dihasilkan. Chips selanjutnya dimasukkan dalam karung plastik yang telah diberi lubang dengan paku yang dibakar dengan diikat ujungnya. Setelah berbentuk bulatan-bulatan tipis selanjutnya dimasukkan ke sak dan diikat lalu dimasukkan dalam bak yang bersih.

Fermentasi dilakukan dengan merendam *chip* dalam bak fermentasi. Pada proses ini seluruh bagian chip harus terendam air. Perendaman dilakukan selama 12 sampai 72 jam. Air rendaman harus diganti setiap 24 jam sekali apabila perendaman dilakukan lebih dari 24 jam, *Chip* yang telah difermentasi selanjutnya ditiriskan lalu direndam dengan air garam. Jumlah garam yang digunakan adalah 2 sdm per 1 liter air. Penggaraman ini dilakukan selama 10 sampai 30 menit (Subagio, 2009). Proses fermentasi ini dapat memicu pertumbuhan mikroba yang berperan mendegradasi komponen-komponen yang ada dalam ubi kayu. Hal ini

akan menyebabkan perubahan karakteristik, aroma dan citarasa yang berbeda dengan tepung singkong tanpa fermentasi (Nuron dan Hadi, 2014).

Chip hasil fermentasi kemudian dikeringkan secara alami menggunakan sinar matahari. Proses pengeringan dapat berlangsung lebih cepat apabila *chip* ditiriskan terlebih dahulu dengan mesin *press*. Pengeringan alami dapat dilakukan dengan meletakkan *chip* diatas loyang secara merata. Pengeringan dilakukan selama 12 jam dengan suhu 60°C. *Chip* yang sudah kering dihaluskan menggunakan mortar dengan ditumbuk-tumbuk. Tahap akhir pengayakan menggunakan ayakan 80 mesh agar tepung yang dihasilkan mempunyai ukuran partikel yang seragam (Subagio, 2009).

2.5 Fermentasi pada pembuatan MOCAF (Modified Cassava Flour)

Fermentasi pada pembuatan MOCAF (*Modified Cassava Flour*) dapat memicu pertumbuhan mikroba yang akan menghasilkan enzim pektinolitik dan sellulolitik yang dapat menghancurkan dinding sel singkong sedemikian rupa sehingga terjadi liberisasi granula pati. Mikroba tersebut juga menghasilkan enzim-enzim yang menghidrolisis pati menjadi gula dan selanjutnya mengubahnya menjadi asam-asam organik, terutama asam laktat (Subagio, 2008). Fermentasi asam laktat yaitu fermentasi yang melibatkan bakteri asam laktat dimana hasil akhirnya adalah asam laktat. Proses fermentasi asam laktat berlangsung ditandai dengan timbulnya gas dan meningkatnya jumlah asam laktat yang diikuti dengan penurunan pH. Fermentasi asam laktat terbagi menjadi dua jenis, yaitu homofermentatif (sebagian besar hasil akhir merupakan asam laktat) dan heterofermentatif (hasil akhir berupa asam laktat, asam asetat, etanol dan CO) (Jay, 1996; Zulaidah, 2011).

Bakteri asam laktat merupakan kelompok bakteri yang dapat mengubah karbohidrat menjadi asam laktat. Efek bakterisidal dari asam laktat berkaitan dengan penurunan pH 3-4.5 sehingga pertumbuhan bakteri lain termasuk bakteri pembusuk akan terhambat. Pada pH rendah sejumlah besar asam laktat dalam bentuk tidak terdisosiasi dan menjadi racun bagi banyak bakteri, kapang dan khamir. Pemanfaatan BAL oleh manusia telah dilakukan sejak lama, yaitu untuk

proses fermentasi makanan untuk pengawetan dan memperbaiki tekstur dan cita rasa bahan pangan. BAL mampu memproduksi asam laktat sebagai produk akhir perombakan karbohidrat, hydrogen peroksida, dan bakteriosin (Afrianto dkk., 2006).

Menurut Buckle dkk., (1987), asam laktat disintesis ketika mikroba dalam fase logaritmik. Pada fase logaritmik sel-sel bakteri akan tumbuh dan membelah diri secara eksponensial sampai jumlah maksimum sehingga menghasilkan asam laktat yang tinggi. Nutrisi seperti sumber karbon, nitrogen dan mineral yang terkandung dalam medium akan meningkatkan aktivitas bakteri asam laktat dalam memproduksi asam laktat dan memperbanyak selnya. Jumlah nutrisi yang melebihi batas optimum akan mengakibatkan BAL tidak dapat tumbuh secara optimal bahkan pertumbuhannya akan terhambat (Jin Bo dkk., 2005; Zulaidah, 2010). Menurut Farisal dkk., (2012), pada fermentasi ke-72 jam populasi mikroba mulai menurun sampai akhir fermentasi, dikarenakan semakin lama waktu fermentasi, semakin berkurang sumber karbon maupun nitrogen dalam media fermentasi sehingga pertumbuhan mikroba menjadi menurun bahkan mati. Proses fermentasi bakteri asam laktat terjadi melalui 4 tahapan (Pelczar, dkk., 1993) antara lain :

a. Tahap insiasi

Pada awalnya, mikroorganisme aerobik, fakultatif dan anaerobik dalam substrat tumbuh. Kemudian produksi asam laktat oleh mikroorganisme akan menurunkan pH dan mencegah pertumbuhan bakteri gram negatif yang tidak diharapkan. Pada tahap ini kemampuan memproduksi asam laktat relatif cepat.

b. Tahap fermentasi awal

Bakteri asam laktat dan yeast yang mendominasi pertumbuhan selama tahap ini. Fermentasi terjadi secara kontinyu sampai jenis karbohidrat yang dapat difermentasikan telah digunakan sehingga menyebabkan pH nya menjadi rendah sehingga pertumbuhan bakteri patogen akan terhambat.

c. Tahap fermentasi kedua

Yeast untuk fermentasi yang lebih tahan terhadap pH rendah akan menggunakan sisa-sisa jenis karbohidrat yang dapat difermentasi.

d. Tahap fermentasi akhir

Pertumbuhan mikroba kemungkinan akan nampak ke permukaan produk fermentasi berupa lapisan lunak (*mold shape*) dan bau asam.

2.6 Oksidasi Pati

Oksidasi pati merupakan salah satu teknik modifikasi secara kimiawi untuk memperbaiki kualitas pada pati dengan menggunakan oksidator (Setya, 2014). Modifikasi ini akan menghasilkan produk dengan viskositas yang lebih rendah dan kejernihan lebih baik serta pada suhu dingin tidak membentuk gel yang rigid (Fransisco, 2012). Pada proses oksidasi, volume spesifik dapat mengalami peningkatan disebabkan pembentukan gugus karbonil dan karboksil selama reaksi oksidasi. Gugus karbonil dan karboksil berkontribusi terhadap peningkatan kapasitas hidrasi. Peningkatan kapasitas hidrasi menyebabkan jumlah air terikat semakin banyak sehingga penguapan air dan tekanan dari dalam bahan selama proses pemanggangan semakin meningkat. Produk menjadi memiliki daya kembang yang lebih besar karena pembentukan struktur matriks *amorph* melalui ikatan hidrogen (Fransisco, 2012).

Oksidator yang telah digunakan untuk proses oksidasi yaitu sodium hipoklorit, pemutih seperti hidrogen peroksida, asam parasetat, potassium permanganate dan sodium klorit (Fransisco, 2012). Pati dapat dioksidasi dengan aktivitas dari beberapa zat pengoksidasi dalam suasana asam, netral atau larutan alkali. Menurut FDA (*Food and Drugs Administration*) zat pengoksidasi diklasifikasikan sebagai pemutih dan oksidan. Proses oksidasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jenis oksidator yang digunakan, ukuran partikel, suhu, waktu reaksi, dan derajat keasaman (pH).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Setya (2015), perlakuan oksidasi akan meningkatkan derajat kecerahan dan menurunkan tingkat kekuningan pada tepung singkong teroksidasi yang dihasilkan. Sedangkan oksidasi dengan cara hidrolisis asam dan katalis sinar UV menghasilkan tepung singkong dengan viskositas dan *swelling power* senilai 4,500 dPa's dan 25,75 g/g (Pudjihastuti, 2010).

Tepung singkong hasil modifikasi menggunakan H_2O_2 dan asam laktat dengan katalisator *ferrous sulfate heptahydrate* untuk meningkatkan *baking expansion*. Singkong yang digunakan berupa hancuran karena akan memperluas permukaan dan memaksimalkan proses modifikasi (Anindya dan Haryadi, 2014). *Baking expansion* tertinggi (10,42 ml/g) terdapat pada tepung singkong yang dioksidasi menggunakan H_2O_2 15%, asam laktat 4,3% dan $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,05% selama 12,5menit. Hal ini dikarenakan makin lama waktu oksidasi hancuran singkong, maka angka karbonil menurun karena karbonil berubah menjadi karboksil, sedangkan angka karboksilnya meningkat.

2.7 Hidrogen Peroksida (H_2O_2)

Hidrogen peroksida (H_2O_2) merupakan salah satu senyawa oksidator yang digunakan untuk oksidasi pati. Keunggulan dari Hidrogen peroksida yaitu tidak menghasilkan senyawa atau residu yang berbahaya pada proses oksidasi karena akan terurai menjadi oksigen dan air. Oleh karena itu senyawa ini aman dan bersifat ramah lingkungan sehingga cocok diaplikasikan dalam industri pangan (Anindya dan Haryadi, 2014). Pengaruh awal dari oksidasi menggunakan H_2O_2 adalah terjadi depolimerisasi yang diikuti dengan oksidasi secara cepat sampai menghasilkan CO_2 dan asam format (Setya, 2015).

Salah satu sifat Hidrogen peroksida yaitu dapat larut dalam air pada semua konsentrasi namun memiliki kecenderungan sifat mengurai menjadi air dan oksigen sehingga bisa menurunkan konsentrasinya dalam larutan (Durrant, 1960). Mekanisme terjadinya reaksi oksidasi hidrogen peroksida dengan pati sangat kompleks. Reaksi oksidasi yang terjadi sangat cepat menghasilkan satu molekul gugus karbonil dengan cepat berubah menjadi karboksil (Setya, 2015).

Oksidasi menggunakan Hidrogen peroksida telah banyak dilakukan dengan tujuan utama untuk meningkatkan derajat putih tepung. Menurut Widjanarko dan Faridah (2011), penambahan larutan H_2O_2 paling optimum sebesar 0,5 % dalam pencucian etanol bertingkat pada tepung porang kasar dengan metode maserasi dan ultrasonik dapat meningkatkan derajat warna putih, meningkatkan kadar glukomanan dan menurunkan kadar kalsium oksalat.

Konsentrasi H_2O_2 yang tepat berbeda antara satu dengan yang lain, karena bahan yang digunakan berbeda. Hasil penelitian Ariyanti dkk., (2014), dengan bahan tepung umbi talas Bogor menunjukkan bahwa penggunaan konsentrasi suspensi 40% , konsentrasi katalis 0,1%, konsentrasi H_2O_2 2% dan temperatur $30^\circ C$ pada waktu oksidasi 30 menit memberikan hasil yang paling optimum ditinjau dari daya kembang (*swelling power*) dengan nilai 7g/g dan kelarutannya dalam air yaitu 4% dengan mempertimbangkan aspek teknis dan ekonomis dari proses.

Kecepatan oksidasi dengan hidrogen peroksida dapat ditingkatkan dengan adanya cahaya ultra violet. Ultra violet menyebabkan peningkatan pembentukan gugus karbonil dan karboksil serta dapat menurunkan viskositas pati. Faktor lain seperti pH rendah juga mempengaruhi kecepatan oksidasi oleh H_2O_2 . Berdasarkan penelitian Dany (2012), oksidasi pati singkong dengan Hidrogen peroksida disertai irradiasi UV berpengaruh terhadap sifat fisikokimia pati yang dihasilkan. Irradiasi sinar UV dapat berperan sebagai katalis yang mempercepat proses oksidasi.

Kaidah umum dari radiasi gelombang elektromagnetis, adalah bahwa semakin pendek gelombang cahayanya maka akan semakin kuat daya radiasinya. Menurut Setya (2012), sinar UV-B dan UV-C merupakan gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang yang pendek, yakni antara 200 - 280 nm (nanometer) untuk UV-C; dan 280 - 320 nm untuk UV-B. Aplikasi radiasi sinar UV pada produk pangan telah banyak dilakukan pada penelitian. Pada penelitian yang dilakukan Fransisco (2012), oksidasi dengan konsentrasi hidrogen peroksida 3% disertai irradiasi UV selama 15 menit menghasilkan pati teroksidasi dengan volume spesifik tertinggi, yaitu 8,7 mL/g, atau daya pengembangan meningkat 65,6% dibanding pati alami (5,2 mL/g).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia dan Biokimia Pangan dan Hasil Pertanian, Laboratorium Rekayasa Pangan dan Hasil Pertanian, Laboratorium Analisa Terpadu Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember dan Laboratorium Rekayasa Proses Pengolahan Departemen Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Desember 2015 hingga Maret 2016.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah singkong putih dari daerah Bondowoso, senyawa saktif A, air, enzim MOCAF, kultur mikroba, senyawa aktif C, H₂O₂ 30%, aquades, HCl 0.05 M, KI 15%, Na₂S₂O₃ 1 N, H₂SO₄ 1.25%, KOH 1.25%, dan indikator pati 1%.

3.2.2 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi lampu UV C merk Philip 15 watt, kotak penyinaran UV, *food processor* merk Philip, ayakan 100 mesh, oven pengering (Cabinet), *sentrifuge* Yenaco model YC-1180 dan tabungnya, neraca analitik merek Ohaus, pemanas listrik Gerhardt, , vortex Maxi Max 1 Type 16700, *Rapid Visco Analyzer* (RVA) 4500, *turbiditymeter* La Motte, mikroskop *electron* J.P. Selecta, s.a Autovia A-2, Km. 585. 1 Abrera (Barcelona) Spain dan alat-alat gelas.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Rancangan Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor yaitu tahap fermentasi (tanpa, 1 dan

2 tahap) dan konsentrasi penambahan H_2O_2 (0 %, 0,5 %, 1 % dan 1,5 %). Perlakuan A0B0 (tanpa tahap fermentasi dan penambahan H_2O_2) sebagai kontrol. Perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Rancangan penelitian dapat dilihat pada **Tabel 3.1**.

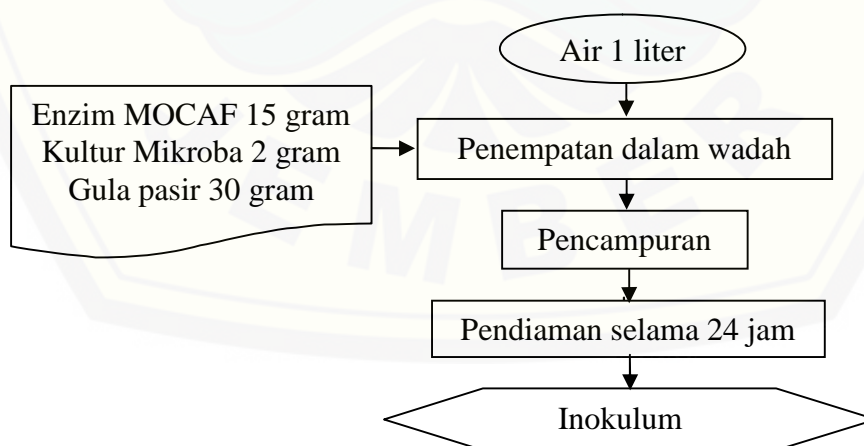
Tabel 3.1 Kombinasi perlakuan dengan faktor tahap fermentasi dan konsentrasi penambahan H_2O_2

Tahap Fermentasi (A)	Konsentrasi H_2O_2 (B)			
	0 %	0,5 %	1 %	1,5 %
Tanpa fermentasi	A0B0	A0B1	A0B2	A0B3
1 Tahap	A1B0	A1B1	A1B2	A1B3
2 Tahap	A2B0	A2B1	A2B2	A2B3

3.3.2 Pelaksanaan Penelitian

a. Pembuatan Inokulum

Inokulum dibuat dengan menyiapkan air sebanyak 1 liter yang kemudian dimasukkan kedalam wadah. Bahan berupa enzim MOCAF, kultur mikroba (Bakteri asam laktat) dan gula pasir ditimbang. Enzim sebanyak 15 gram, kultur sebanyak 2 gram dan gula pasir sebesar 30 gram. Semua bahan kemudian dimasukkan dalam air dan diaduk kemudian dituang dalam wadah berupa botol lalu didiamkan selama 24 jam. Diagram alir pembuatan inokulum dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.



Gambar 3.1 Diagram alir pembuatan inokulum

b. Pembuatan MOCAF dari Singkong Berkulit Ari dengan Variasi Tahap Fermentasi dan Konsentrasi H₂O₂

Singkong dibersihkan kulit terluarnya yang berwarna coklat, sedangkan kulit dalam yang berwarna putih tidak dikupas. Kulit terluar dibersihkan dengan menggunakan pisau yang tidak berkarat setelah itu singkong dicuci menggunakan dua bak pencucian. Bak pencucian pertama digunakan untuk merendaman bahan dalam air bersih agar proses pembersihan menjadi mudah. Singkong dibersihkan untuk menghilangkan kotoran dan lendir lalu diletakkan pada bak yang kedua yang telah diisi air bersih. Tahap setelah pencucian yaitu penyawutan menggunakan sawutan singkong untuk memperkecil ukuran bahan. Singkong yang telah disawut kemudian dicuci sebanyak satu kali menggunakan air bersih.

Sawutan singkong yang telah bersih kemudian ditimbang beratnya dan dibagi menjadi dua dengan perbandingan 1/3:2/3. Sepertiga bagian diproses tanpa melalui tahap fermentasi. Tahap fermentasi pada penelitian ini yaitu perendaman menggunakan senyawa aktif A dan inokulum. Senyawa aktif A berisi komponen nutrisi, mineral dan pengatur pH. Perendaman dengan senyawa aktif A dilakukan selama 10 menit dengan tujuan mengkondisikan air rendaman agar sesuai untuk pertumbuhan inokulum. Inokulum berisi enzim MOCAF, kultur dan gula pasir yang disiapkan sehari sebelumnya.

Tahap fermentasi yaitu perendaman pertama yang dilakukan dengan mencampur air dan senyawa Aktif A. Ketentuan penambahan senyawa aktif A yaitu 0,1 gram per 1 liter air. Perendaman ini dilakukan selama 10 menit kemudian ditambahkan inokulum yang sebelumnya dipersiapkan terlebih dahulu. Ketentuan penambahan inokulum yaitu 10 ml per 1 liter air. Lama perendaman yaitu 24 jam dan setelah itu singkong ditiriskan lalu dicuci menggunakan air. Singkong hasil pencucian kemudian diletakkan dalam wadah kemudian ditimbang dan dibagi dua dengan berat sama rata. Setengah bagian pertama diproses lebih lanjut dengan perendaman menggunakan senyawa aktif C sedangkan setengah bagian lainnya diproses kembali mulai dari perendaman dengan senyawa aktif A.

Sawutan perlakuan satu tahap fermentasi merupakan sawutan yang diproses lanjut dengan perendaman menggunakan senyawa aktif C. Wadah berisi

sawutan singkong perlakuan satu tahap fermentasi ditambahkan air dan senyawa Aktif C dengan ketentuan setiap 1 liter air ditambahkan 1 gram senyawa tersebut. Perendaman menggunakan senyawa aktif C dilakukan selama 10 menit yang bertujuan menghentikan pertumbuhan lebih lanjut dari mikroba. Komponen yang ada didalam senyawa aktif C yaitu garam dan kapur.

Perlakuan dua tahap fermentasi menggunakan setengah bagian sawutan hasil satu tahap fermentasi. Prosedur dimulai dengan perendaman senyawa aktif A yaitu 0,1 gram per 1 liter air selama 10 menit kemudian ditambahkan senyawa inokulum dengan ketentuan penambahan yaitu 10 ml per 1 liter air. Lama perendaman yaitu 24 jam dan setelah itu singkong ditiriskan lalu dicuci menggunakan air. Sawutan singkong hasil tahap fermentasi kedua kemudian direndam menggunakan senyawa C. Wadah berisi sawutan singkong ditambahkan air dan senyawa Aktif C dengan ketentuan setiap 1 liter air ditambahkan 1 gram senyawa tersebut. Perendaman menggunakan senyawa C dilakukan selama 10 menit.

Sawutan singkong perlakuan satu dan dua tahap fermentasi yang telah direndam menggunakan senyawa aktif C kemudian ditiriskan untuk memisahkan dengan air perendaman untuk selanjutnya dicuci dan ditiriskan kembali. Perlakuan tanpa, satu dan dua tahap fermentasi melalui proses yang sama pada tahap selanjutnya yaitu penimbangan. Setiap perlakuan variasi tahap fermentasi dibagi menjadi 4 bagian dengan berat yang sama rata lalu dilakukan pengecilan ukuran kembali menggunakan blender. Proses selanjutnya yaitu penambahan Hidrogen peroksida (H_2O_2) dengan variasi konsentrasi penambahan yaitu 0, 0.5, 1, dan 1,5 %. Proses penambahan H_2O_2 dilakukan secara bertahap per perlakuan dikarenakan H_2O_2 mudah menguap (lihat **Gambar 3.2**).

Hancuran singkong yang telah ditambahkan H_2O_2 dengan konsentrasi penambahan tertentu lalu disinari UV selama 10 menit. Tahap selanjutnya yaitu pencucian menggunakan air bersih lalu pengepressan untuk mengurangi jumlah air yang terkandung. Hasil pengepressan kemudian dioven selama 20 jam dengan suhu $60^{\circ}C$. Sawutan singkong yang telah dikeringkan kemudian dihaluskan menggunakan food processor untuk mengecilkan ukuran pada kecepatan 2 selama

1 menit. Singkong yang telah digiling kemudian diayak menggunakan ayakan 100 mesh untuk mendapatkan ukuran partikel yang seragam sehingga dihasilkan MOCAF berbahan umbi dan kulit ari singkong dengan variasi tahap fermentasi dan konsentrasi H₂O₂. Diagram alir rancangan penelitian dapat dilihat pada **Gambar 3.3**.

3.4 Parameter

Parameter yang diuji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Analisis Fisik
 - a. Rendemen tepung
 - b. Bentuk granula pati yang diamati dengan menggunakan mikroskop J.P. Selecta, s.a Autovia A-2, Km. 585. 1 Abrera (Barcelona) Spain
 - c. Derajat putih (*Manual Book Colour Reader*)
2. Analisis Kimia
 - a. Kadar air (AOAC, 2006)
 - b. Kadar serat kasar (AOAC, 2003)
 - c. Residu H₂O₂ (Cotton dan Wilkinson, 1989)
3. Analisis fungsional
 - a. Karakteristik amilografi (*Manual Book Rapid Visco Analyzer 4500*)
 - b. Swelling power (Subagio, 2006)
 - c. Sifat kejernihan pasta (Subagio, 2006)
 - d. Kemampuan membentuk gel pasta (Wosiacki and Cereda, 1989).

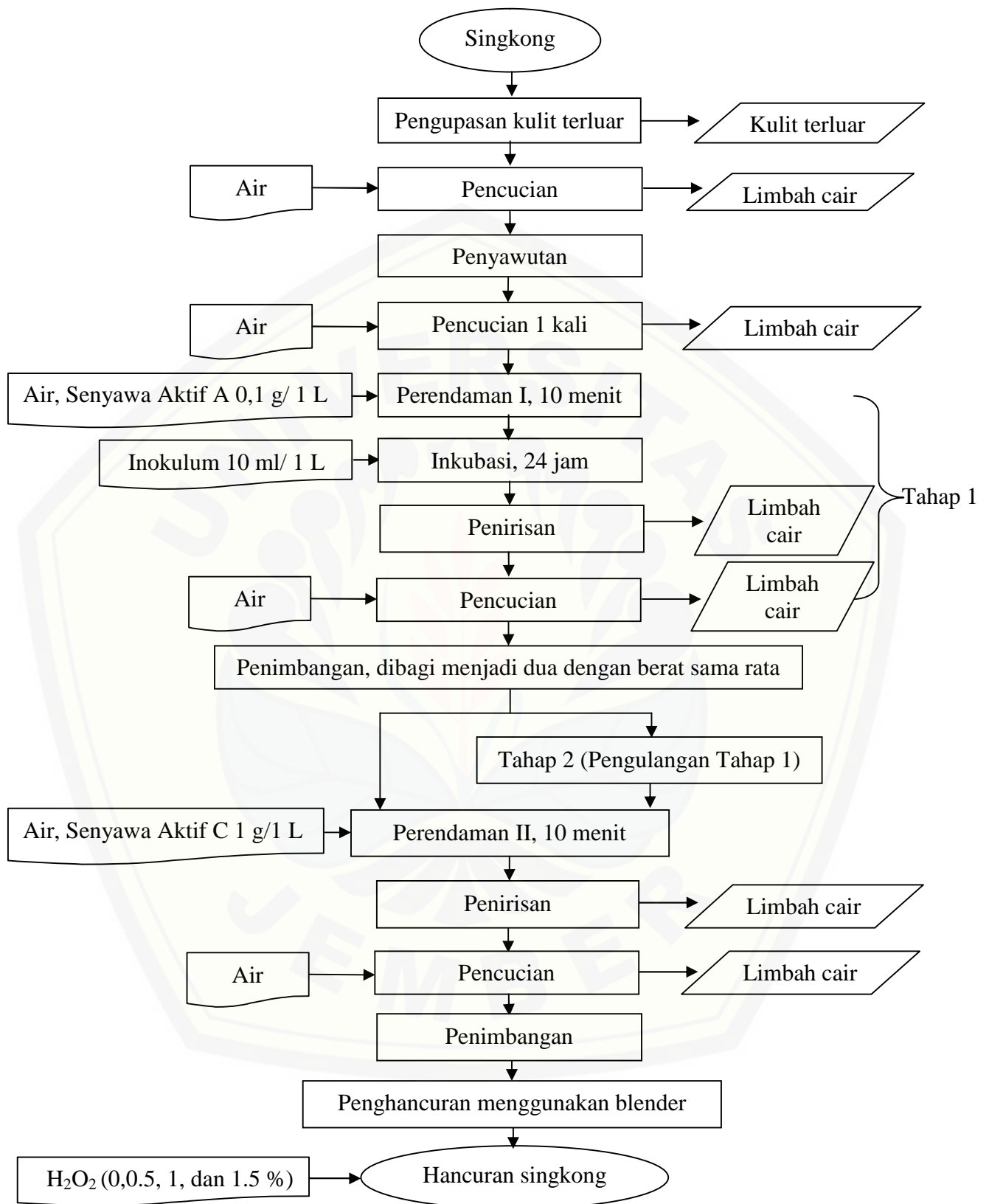
3.5 Prosedur Analisis

3.5.1 Analisis Fisik

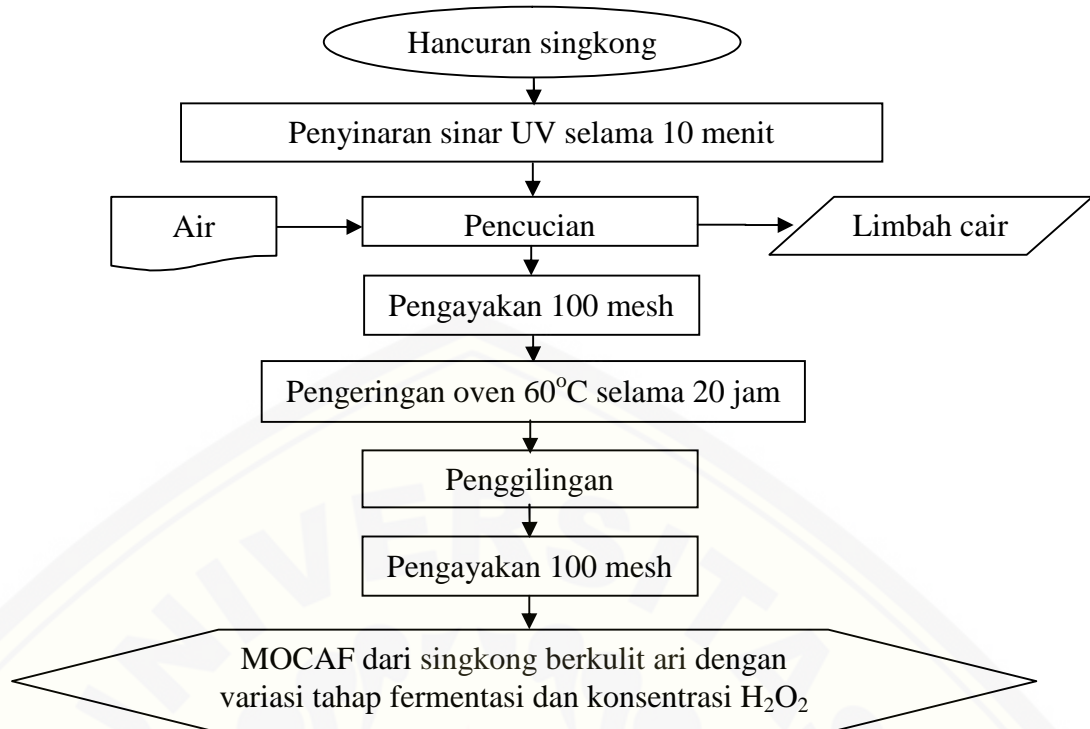
a. Rendemen Tepung

Rendemen merupakan presentase perolehan tepung yang diperoleh dari berat awal bahan yang digunakan. Rendemen dihitung dengan menimbang berat awal bahan dan berat tepung yang dihasilkan.

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{berat tepung}}{\text{berat bahan awal}} \times 100\%$$



Gambar 3.2 Diagram alir pembuatan MOCAF dari singkong berkulit ari dengan variasi tahap fermentasi dan konsentrasi H₂O₂ (I)



Gambar 3.3 Diagram alir pembuatan MOCAF dari singkong berkulit ari dengan variasi tahap fermentasi dan konsentrasi H_2O_2 (II)

b. Derajat putih (*Manual Book Colour Reader*)

Derajat putih merupakan tingkat keputihan tepung yang mempengaruhi daya tarik konsumen (Zulaidah, 2010). Penentuan derajat putih dilakukan berdasarkan metode *colour reader*. Sebelum digunakan, *colour reader* dikalibrasi dengan standar. Pengukuran dilakukan 5 kali ulangan pada masing-masing sampel dengan lima titik yang berbeda. Sejumlah sampel diletakkan dalam cawan, kemudian menarget sampel ditujuh titik untuk mengetahui nilai dL, da dan db. Nilai L, a, dan b sampel ditentukan dengan menambah nilai dL, da dan db terukur dengan nilai L, a dan b standar. Derajat putih diperoleh berdasarkan rumus:

$$\begin{aligned}
 W &= 100 - \{(100 - L)^2 + (a^2 + b^2)\}^{0.5} \\
 L &= 94,35 + dL \\
 a^* &= -5,75 + da \\
 b^* &= 6,51 + db
 \end{aligned}$$

Keterangan :

L = kecerahan warna, berkisar antara 0 – 100 menunjukkan warna hitam hingga putih.

a^* = nilai berkisar antara -80– (+100) menunjukkan warna hijau hingga merah.

b^* = nilai berkisar -50 – (+70) menunjukkan warna biru hingga kuning

W = derajat putih

- c. Bentuk granula pati yang diamati dengan menggunakan mikroskop J.P. Selecta, s.a Autovia A-2, Km. 585. 1 Abrera (Barcelona) Spain

Granula pati memiliki bentuk yang bervariasi tergantung dari sumber patinya (Koswara, 2006). Bentuk granula dapat diamati dengan menyiapkan sampel sebanyak 0,1 gram ditambahkan 1 ml aquades dan 1 tetes iodine. Suspensi kemudian divortex dan di sentrifus selama 3 menit dengan kecepatan 3000 rpm kemudian supernatannya dibuang. Endapan yang dihasilkan ditambah dengan 2 ml aquades, divortex dan disentrifus selama 3 menit dengan kecepatan 3000 rpm. Hasil endapan akhir diambil dengan spatula dan dioleskan pada kaca preparat untuk dilihat dengan mikroskop pada perbesaran 1000 kali. Bentuk granula dianalisa dari foto granula pati.

3.5.2 Analisis Kimia

- a. Kadar Air (AOAC, 2005)

Kadar air merupakan presentase kandungan air suatu bahan dan faktor penting dalam menentukan umur simpan produk pangan dimana kadar air yang rendah akan memiliki daya simpan yang lebih lama. Langkah pertama penentuan kadar air yaitu botol timbang yang akan digunakan dioven terlebih dahulu pada suhu 100-105°C selama 30 menit kemudian diletakkan dalam eksikator selama 15 menit lalu ditimbang (a gram). Sampel ditimbang sebanyak 1 gram dimasukkan kedalam botol timbang dan ditimbang (b gram) Botol timbang berisi sampel kemudian dioven pada suhu 100-105°C selama 24 jam. Setelah itu, cawan tersebut dimasukkan ke dalam eksikator selama 30 menit dan ditimbang beratnya (c gram). Botol timbang berisi sampel yang telah diketahui beratnya lalu dimasukkan kembali dalam oven selama 30 menit dan setelahnya didinginkan dalam eksikator. Kegiatan ini dilakukan berulang kali sampai diperoleh berat c

gram yang konstan. Kadar air dalam bahan ditentukan dengan menggunakan rumus dihalaman selanjutnya.

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

Keterangan:

- a = berat botol timbang
- b = berat bahan awal + botol timbang
- c = berat bahan setelah dioven + botol timbang

b. Kadar Serat Kasar (AOAC, 2003)

Serat kasar adalah bagian dari pangan yang tidak dapat dihidrolisis oleh bahan kimia seperti asam sulfat (H_2SO_4 1,25 %) dan natrium hidroksida (NaOH 1,25 %) (Gazali, 2014). Penentuan kadar serat kasar dengan menimbang Sampel 0,5 gram (W_1) ditambahkan 150 ml H_2SO_4 dan beberapa tetes tetes acetone sebagai anti foaming. Campuran kemudian dipanaskan 100°C hingga mulai mendidih kemudian suhu dikurangi menjadi 45°C selama 30 menit. Endapan disaring dengan kertas saring dan dibilas dengan 5 ml aquades. Prosedur yang sama diulangi dengan menggunakan 5 ml KOH 1.25%. Kertas saring beserta endapannya dipanaskan dalam oven pada suhu 150°C selama 1 jam, kemudian diletakkan dalam eksikator dan ditimbang (W_2). Endapan dan kertas saring diletakkan cawan penguap dan dipanaskan dalam tanur pada suhu 600°C selama 3-4 jam, kemudian diletakkan dalam eksikator dan ditimbang (W_3). Rumus perhitungan kadar serat kasar dapat dilihat dihalaman selanjutnya.

$$\text{Kadar serat kasar (\%)} = \frac{(W_2 - W_3)}{W_1} \times 100 \%$$

Keterangan:

- W_1 = berat sampel
- W_2 = berat kertas saring + endapan setelah dioven
- W_3 = berat kertas saring + endapan setelah ditanur

c. Residu H₂O₂ (Cotton dan Wilkinson, 1989)

Residu Hidrogen peroksida (H₂O₂) merupakan sisa H₂O₂ yang terdapat dalam produk pangan setelah proses oksidasi dilakukan. Penentuan residu ini dapat dilakukan dengan menimbang bahan sebesar 5 gram kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 100 ml dan ditera dengan aquades. Larutan dihomogenkan dan disaring menggunakan kertas saring yang diletakkan pada corong diatas Erlenmeyer 250 ml. Filtrat yang diperoleh dipipet sebanyak 10 ml kedalam Erlenmeyer 250 ml kemudian ditambahkan 5 ml HCl 0.05 M dan 10 ml larutan KI 15 % dan dibiarkan selama kurang lebih 15 menit. Apabila berwarna coklat maka dititrasasi dengan larutan Na₂S₂O₃ 1 N sampai berwarna kuning pucat, kemudian ditambahkan dengan indikator pati 1% sebanyak 1 ml dan dititrasasi sampai warna biru hilang dengan larutan Na₂S₂O₃ 1 N. Apabila berwarna kuning pucat, ditambah dengan indikator pati 1% sebanyak 1 ml dan titrasi sampai warna biru hilang dengan Na₂S₂O₃ 1 N. Residu H₂O₂ dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Residu H}_2\text{O}_2 (\%) = \frac{fp \times V \times N \times 17}{a \times 1000} \times 100 \%$$

Keterangan :

- Fp = faktor pengenceran
- V = ml Na₂S₂O₃ yang digunakan untuk titrasi
- N = Normalitas Na₂S₂O₃
- A = berat sampel (g)

3.5.3 Analisis Fungsional

a. Karakteristik amilografi (*Manual Book Rapid Visco Analyzer 4500*)

Profil gelatinisasi MOCAF termodifikasi dianalisis menggunakan Rapid Vizco Analyzer (RVA). Sebanyak 3 gram sampel (bahan kering) ditimbang dalam wadah RVA, lalu ditambahkan 25 ml aquades. Pengukuran dengan RVA mencakup fase proses pemanasan dan pendinginan pada wadah sampel dengan putaran pada kecepatan 160 rpm. Pada satu menit pertama dilakukan pemanasan awal sampai suhu mencapai 50°C. Selanjutnya suhu pemanasan dinaikkan hingga 95°C. Pada menit 8,5 dan dijaga konstan pada 95°C selama 5 menit. Lalu suhu

diturunkan kembali ke 50°C (pada menit ke 13) dan dipertahankan di 50°C selama 2 menit (sampai menit ke 14). Pengaturan suhu, waktu dan kecepatan putar Rapid Visco Analyzer (RVA) dapat dilihat pada **Tabel 3.2**. Karakteristik amilografi yang diperoleh melalui analisis menggunakan alat Rapid Visco Analyzer (RVA) antara lain:

- a. *Peak viscosity* (viskositas puncak yang dapat dicapai oleh produk)
- b. *Minimum viscosity* (nilai viskositas terendah setelah produk mengalami *peak viscosity*)
- c. *Breakdown* (kekuatan viskositas suatu produk selama pemanasan pada suhu maksimal $\pm 95^{\circ}\text{C}$, selisih antara *peak viscosity* dan *minimum viscosity*)
- d. *Final viscosity* (nilai viskositas akhir suatu produk setelah mengalami pendinginan $\pm 50^{\circ}\text{C}$)
- e. *Setback* (selisih antara *final viscosity* dan *minimum viscosity*)
- f. *Peak time* (waktu yang dibutuhkan untuk mencapai *peak viscosity*)
- g. *Pasting temperature* (suhu gelatinisasi pati).

Tabel 3.2 Pengaturan suhu, waktu dan kecepatan putar Rapid Visco Analyzer (RVA)

<i>Time (hh:mm:ss)</i>	<i>Function Type</i>	<i>Value</i>
00:00:00	<i>Temp</i>	50°C
00:00:00	<i>Speed</i>	960 rpm
00:00:10	<i>Speed</i>	160 rpm
00:01:00	<i>Temp</i>	50°C
00:04:42	<i>Temp</i>	95°C
00:07:12	<i>Temp</i>	95°C
00:11:00	<i>Temp</i>	50°C
00:13:00	<i>End</i>	

- b. Swelling power (Subagio, 2006)

Swelling power merupakan kemampuan bahan dalam mengikat air dengan perlakuan pemanasan (Teja, 2008; Hayuningsih, 2013). Larutan MOCAF termodifikasi dengan konsentrasi 1,25 % dipanaskan pada suhu 90°C selama 30 menit. Supernatan dipisahkan menggunakan sentrifus dengan kecepatan 2500 rpm selama 15 menit. Swelling power dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Swelling Power (g/g)} = \frac{\text{berat pasta MOCAF}}{\text{berat kering sampel}}$$

c. Sifat kejernihan pasta (Subagio, 2006)

Kejernihan pasta merupakan sifat optik akibat disperse sinar dan dapat dinyatakan sebagai perbandingan cahaya yang dipantulkan oleh suatu suspensi terhadap cahaya yang tiba (Khopkar, 1990; Dany, 2012). Sifat kejernihan pasta dapat diketahui dengan membuat Pasta MOCAF termodifikasi (0,5 %) kemudian dipanaskan pada suhu 90°C selama 30 menit. Pasta pati yang dihasilkan diukur kejernihannya menggunakan turbidimeter.

d. Kemampuan membentuk gel pasta (Wosiacki and Cereda, 1989)

Gel dapat terbentuk dengan mencampurkan tepung dan aquades dengan konsentrasi tertentu disertai dengan pemanasan. Kemampuan membentuk gel pasta dilihat dari kemampuan gel membentuk bentuk yang sama dengan wadahnya setelah penyimpanan dalam kulkas selama 24 jam. Analisis ini dilakukan dengan memasukkan pasta MOCAF termodifikasi sebanyak 50 ml ke cetakan lalu dimasukkan dalam kulkas. Setelah 24 jam, sampel dikeluarkan dari cetakannya. Kemampuan membentuk gel dievaluasi berdasarkan kemampuan pasta untuk mempunyai bentuk yang sama dengan cetakannya.

3.6 Analisis Data

Data hasil penelitian diolah menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) Apabila ada perbedaan dilanjutkan dengan uji beda nyata Duncan's Multiple Range Test (DNMRT) pada taraf uji 5%.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diperoleh beberapa kesimpulan yaitu:

1. Teknologi pengolahan MOCAF (*Modified Cassava Flour*) dari singkong berkulit ari dengan variasi tahap fermentasi (tanpa, satu dan dua tahap) menyebabkan penurunan rendemen, peningkatan derajat putih, mengembang dan pecahnya bentuk granula, kadar air sesuai SNI tahun 2011, kadar serat menurun, residu H_2O_2 sesuai ketentuan GRAS (*Generally Recognized as Safe*), *swelling power meningkat*, kejernihan pasta meningkat dan bentuk gel pasta yang semakin tidak kokoh dan berwarna cerah.
2. Konsentrasi Hidrogen peroksida (0; 0.5; 1 dan 1.5 %) memberi pengaruh pada MOCAF yang dihasilkan yaitu rendemen semakin rendah, meningkatnya derajat putih, mengembang dan pecahnya bentuk granula, kadar air sesuai SNI tahun 2011, kadar serat menurun, residu H_2O_2 sesuai ketentuan GRAS (*Generally Recognized as Safe*), *swelling power meningkat*, kejernihan pasta meningkat dan semakin sedikit kokoh dan berwarna cerah
3. Sifat amilografi MOCAF termodifikasi termodifikasi yaitu *peak viscosity*, *minimum viscosity*, *final viscosity*, *setback*, *peak time* dan *pasting temperature* semakin besar pada perlakuan tahap fermentasi yang semakin banyak namun menurun dengan semakin besarnya konsentrasi H_2O_2 sedangkan *breakdown* menunjukkan hasil yang sebaliknya.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil yang diperoleh perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai pengaplikasian MOCAF termodifikasi pada produk pangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianto, E., dan Evi, L. 2006. *Pengawetan dan Pengolahan Ikan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Aindya dan Haryadi. 2014. Oksidasi Hancuran Singkong Menggunakan H₂O₂ dan Asam Laktat dengan Katalisator *Ferrous Sulfate Heptahydrate* untuk Meningkatkan *Baking Expansion*. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, Vol.3(4).
- Armanu, F. N., dan Susanto, W. H. 2014. Pembuatan Tepung MOCAF di Madura (Kajian Varietas dan Lokasi Penanaman) terhadap Mutu dan Rendemen. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, Vol. 3: 161 – 169.
- Dany, N. P. 2012. “Modifikasi Mocaf (*Modified Cassava Flour*) Secara Oksidasi Dengan Hidrogen Peroksida Dan katalisasi Sinar UV.” Skripsi. Jember: Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
- Fransisco, E. T. 2012. Pengaruh Konsentrasi Hydrogen Peroxida Dan Irradiasi Ultraviolet Terhadap Sifat Fisikokimia Dan *Baking Expansion* Pati Sagu. *Jurnal Prosiding InSINas*.
- Gazali, M. 2014. “Kandungan Lemak Kasar, Serat Kasar dan Betn Pakan Berbahan Jerami Padi, Daun Gamal dan Urea Mineral Molases Liquid dengan Perlakuan berberda.” Skripsi. Makassar: Jurusan Nutrisi dan Makanan ternak Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin Makassar.
- Haryadi. 2011. Teknologi Modifikasi Tepung Kasava. *Jurnal Agritech*, Vol. 31: 2.
- Hayuningsih, L. 2013. “Daya Pembengkakan (*Swelling Power*) Campuran Tepung Ganyong (*Canna edulis kerr.*) dan tepung Terigu terhadap Tingkat Pengembangan dan Daya Terima Roti Tawar.” Skripsi. Surakarta: Program Studi Gizi Fakultas Ilmu kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Hendy. 2007. “Formulasi Bubur Instan Berbasis Singkong.” Skripsi. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Ika, L. K., Aida, N., Gunawan, S., dan Widjaja, T. 2012. Pembuatan Mocaf (*Modified Cassava Flour*) Dengan fermentasi Menggunakan *Lactobacillua plantarum*, *Saccharomyces cerevisiae*, dan *Rhizopus oryzae*. *Jurnal Teknik Pomits*, Vol. 1 (1): 1-6.

- Johan, P. E. 2010. "Kajian Karakteristik Fisik Mocaf (*Modified Cassava Flour*) Dari Ubi Kayu (*Manihot esculenta Crantz*) Varietas Malang-I Dan Varietas Mentega Dengan Perlakuan Lama Fermentasi." Skripsi. Surakarta: Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret.
- Kalukiningrum, S. 2012. "Pengembangan Produk Cake Dengan Substitusi Tepung Mocaf." Skripsi. Yogyakarta: Program Studi Teknik Boga Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- Koswara. 2006. *Teknologi Modifikasi Pati*. <http://ebookpangan.com>. [12 Februari 2016].
- Ling, M. T., dan Choiron, F. N. 2015. Pengaruh Penambahan Konsentrat Protein Daun Kelor dan Karagenan terhadap Kualitas Mie Kering Tersubstitusi Mocaf. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, Vol. 3 (1): 237-247.
- Nuron, F. A dan Hadi, W. S.2014. Pembuatan Tepung Mocaf Di Madura (Kajian Varietas Dan Lokasi Penanaman) Terhadap Mutu Dan Rendemen. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, Vol. 2 (3): 161-169.
- Nurseha, D. 2012. "Pengaruh Penambahan *Plasticizer* Sorbitol untuk Pembuatan Bioplastik dari Pati Kulit Singkong." Skripsi. Yogyakarta.
- Pelczar, M, J., dan Chan, E. C. S. 1988. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Pemerintah Kabupaten Wonogiri. 2013, *Produksi Singkong Melimpah*. <http://www.wonogirikab.go.id/home.php?mode=content&submode=detail&id=2788>. [25 Januari 2016].
- Permadi, A. 2013. "Karakteristik Fisik, Kimia dan Fungsional Teknis Pati Singkong Rakyat Dioksidasi menggunakan H₂O₂ dengan Variasi pH dan Lama Oksidasi." Skripsi. Jember: Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian.
- Pradani, A., dan Muftiviani, E. H. 2009. "Pemanfaatan Fraksi Cair Isolat Pati Ketela Pohon sebagai Media Fermentasi Pengganti Air Tajin Pada Pembuatan Sayur Asin." Laporan Penelitian. Semarang: Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Pudjihastuti, I. 2010. "Pengembangan Proses Inovatif Kombinasi Reaksi Hidrolisis Asam dan Reaksi Photokimia UV untuk Produksi Pati Termodifikasi dari Tapioka." Thesis. Semarang: Program Pascasarjana Magister Teknik Kimia Universitas Diponegoro.

- Pudjihastuti, I., dan Sumardiono, S. 2011. Pengembangan Proses Inovatif Kombinasi Reaksi Hidrolisis Asam Dan Reaksi Photokimia UV Untuk Produksi Pati Termodifikasi Dari Tapioka. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan”. *Jurnal ISSN*, : 1693 – 4393.
- Putri, N. A. 2015. “Sifat Rheology MOCAF (Modified cassava Flour) dan Tapioka dengan variasi pH.” Skripsi. Jember: Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
- Putri, W. D. R., Haryadi, D. W., Marseno and Cahyanto, M. N. 2011. Effect of Biodegradation by *Lactic Acid Bacteria* on Physical Properties of Cassava Starch. *International Food Research Journal*, 18(3): 1149-1154.
- Rukmana, R. 1997. *Ubi Kayu Budi Daya dan Paska Panen*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sastri, A. A. D., Anggreni, D., dan Putra, G. 2014. Optimasi Konsentrasi Substrat Kulit Singkong (*Manihot esculenta Crantz.*) dan Lama fermentasi terhadap Aktivitas *Filter Paperase* dari *Kapang Trichoderma viride FNCC 6013*. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana*.
- Setya, A. 2015. Irradiasi Sinar UV-C pada Hancuran Singkong dalam Larutan Asam Laktat-Hidrogen Peroksida untuk Mendapatkan Tepung dengan *Baking Expansion* yang Meningkatkan. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*.
- Solekha, R. 2013. “Uji Protein dan Organoleptik Limbah Kulit Singkong dan Labu Kuning (*Curcubita moschata* Durch.) dalam Pembuatan Cake.” Skripsi. Surakarta: Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Standar Nasional Indonesia. 2011. *Tepung Mocaf*. SNI 7622-2011. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Subagio, A., Windrati, W. S., Witono, Y., dan Fahmi, F. 2008. *Prosedur Operasi Standar (POS) Produksi Mocal Berbasis Klaster*. Jember: Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
- Subagio, A., Windrati, W. S., dan Hermanuadi, D. 2011. “Pengembangan Zero Waste Processing Dari Modified Cassava Flour (MOCAF) Guna Meningkatkan Spinoff Klaster Kepada Masyarakat Sekitar.” Penelitian Hibah Kompetensi DP2M Tahun 2011. Jember.

- Sukmawati, R. F., dan Milati, S. 2009. "Pembuatan Bioetanol dari Kulit Singkong." Laporan Tugas Akhir. Surakarta: Program Studi Diploma III Teknik Kimia Jurusan teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.
- Sunarsi, S., Sugeng, M. A., Wahyuni, S., dan Ratnaningsih, W. 2011. Memanfaatkan Singkong menjadi Tepung Moccaf untuk Pemberdayaan Masyarakat Sumberejo. *Jurnal Seminar Hasil penelitian dan Pengabdian Masyarakat*.
- Widjanarko, S. B., Sutrisno, A., dan Faridah, A. 2011. Efek Hidrogen Peroksida terhadap Sifat Fisiko-Kimia Tepung Porang (*Amorphophallus oncophyllus*) dengan Metode Maserasi dan Ultrasonik. *Jurnal Teknologi Pertanian*, Vol. 12 (3).
- Widyatmoko, H. 2016. "Modifikasi Pati Singkong secara Fermentasi oleh *Lactobacillus manihotivorans* dan *Lactobacillus fermentum Indogenus Gatot*." Skripsi. Jember: Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
- Winarno, F. G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Zulaidah, A. 2011. "Modifikasi Ubi Kayu secara Biologi menggunakan Starter *Bimo-CF* menjadi Tepung Termodifikasi Pengganti Gandum." Thesis. Semarang: Program Pascasarjana, Magister Teknik Kimia, Universitas Diponegoro.

LAMPIRAN A**A.1 Rendemen MOCAF Termodifikasi****A.1.a Rendemen Produksi 1**

Sampel	Berat bahan	Berat tepung	Rendemen
A0B0	984.9166667	183.3428	18.61505711
A0B1	984.9166667	171.9707	17.46043151
A0B2	984.9166667	170.637	17.32501904
A0B3	984.9166667	176.9826	17.96929689
A1B0	984.9166667	165.1313	16.76601743
A1B1	984.9166667	166.2925	16.88391573
A1B2	984.9166667	167.6084	17.01752094
A1B3	984.9166667	161.3893	16.38608681
A2B0	984.9166667	153.1547	15.55001608
A2B1	984.9166667	154.0051	15.63635841
A2B2	984.9166667	151.0206	15.33333785
A2B3	984.9166667	154.9175	15.72899568

A.1.b Rendemen Produksi 2

Sampel	Berat bahan	Berat tepung	Rendemen
A0B0	999.1666667	236.677	23.68743953
A0B1	999.1666667	234.8436	23.50394662
A0B2	999.1666667	229.9541	23.01458882
A0B3	999.1666667	226.1382	22.63268057
A1B0	999.1666667	224.254	22.44410342
A1B1	999.1666667	219.0894	21.92721268
A1B2	999.1666667	216.2258	21.64061384
A1B3	999.1666667	213.6564	21.38345955
A2B0	999.1666667	208.0043	20.81777815
A2B1	999.1666667	206.3022	20.64742619
A2B2	999.1666667	205.5915	20.57629691
A2B3	999.1666667	205.5313	20.57027189

A.1.c Rendemen Produksi 3

Sampel	Berat bahan	Berat tepung	Rendemen
A0B0	980.4166667	203.1271	20.71844624
A0B1	980.4166667	201.5171	20.55423034
A0B2	980.4166667	204.4473	20.85310327
A0B3	980.4166667	198.5083	20.24734042
A1B0	980.4166667	181.7075	18.53370166
A1B1	980.4166667	186.8873	19.06202805
A1B2	980.4166667	182.5974	18.62446919
A1B3	980.4166667	183.3372	18.6999269
A2B0	980.4166667	172.7479	17.6198453
A2B1	980.4166667	172.1477	17.55862643
A2B2	980.4166667	173.7988	17.72703442
A2B3	980.4166667	175.2592	17.8759915

A.1.d Rata-rata Rendemen Produksi 1, 2 dan 3

Sampel	Ulangan			Rendemen (%)
	1	2	3	
A0B0	18.61505711	23.68743953	20.71844624	21.00698096
A0B1	17.46043151	23.50394662	20.55423034	20.50620283
A0B2	17.32501904	23.01458882	20.85310327	20.39757038
A0B3	17.96929689	22.63268057	20.24734042	20.28310596
A1B0	16.76601743	22.44410342	18.53370166	19.24794084
A1B1	16.88391573	21.92721268	19.06202805	19.29105215
A1B2	17.01752094	21.64061384	18.62446919	19.09420132
A1B3	16.38608681	21.38345955	18.6999269	18.82315775
A2B0	15.55001608	20.81777815	17.6198453	17.99587984
A2B1	15.63635841	20.64742619	17.55862643	17.94747034
A2B2	15.33333785	20.57629691	17.72703442	17.87888973
A2B3	15.72899568	20.57027189	17.8759915	18.05841969

LAMPIRAN B

B.1 Derajat Putih MOCAF Termodifikasi

B.1.a Derajat Putih Produksi 1

Sampel	L	a	B	dl	Da	db	W	W akhir
A0B0	63.7	4.9	19.9	-1.5	1.1	4.2	86.31	86.38
				-2	1.3	3.9	86.34	
				-1.7	1.4	4.1	86.38	
				-1.3	1.2	4.2	86.45	
				-1.4	1.1	4.1	86.44	
A0B1	63.8	4.9	19.9	-1.2	1.4	4.4	86.40	86.58
				-0.9	1.1	4	86.77	
				-0.9	1.1	4.1	86.69	
				-1.3	1.2	4.2	86.45	
				-1.1	1.1	4.1	86.59	
A0B2	63.7	5	19.7	-0.6	1.5	4.2	86.89	86.93
				-0.7	1.1	3.9	86.95	
				-1	1.2	3.9	86.84	
				-0.6	1.1	3.7	87.16	
				-1	1.2	3.9	86.84	
A0B3	63.2	4.7	19.8	-0.9	1.4	3.7	87.11	87.08
				-0.8	1.2	3.8	87.02	
				-0.8	1.2	3.7	87.09	
				-0.9	1.2	3.7	87.04	
				-0.7	1.2	3.7	87.14	
A1B0	63.7	4.9	19.9	-0.3	0.9	1.9	88.61	88.57
				-0.6	0.9	1.9	88.45	
				-0.5	1	2.2	88.33	
				-0.1	0.8	1.9	88.67	
				-0.1	0.7	1.7	88.78	
A1B1	63.7	4.8	19.9	0.7	0.9	2.1	88.95	88.96
				0.5	0.9	2.1	88.86	
				0.3	1	2.3	88.65	
				1	0.8	1.8	89.27	
				0.8	0.9	2	89.07	
A1B2	63.8	4.9	19.9	0.6	0.9	2	88.98	89.10
				0.7	1	2.2	88.91	
				1	0.9	1.9	89.24	
				0.9	1	2	89.16	
				1	0.9	1.9	89.24	

Sampel	L	a	B	dl	da	db	W	W akhir
A1B3	63.8	4.7	19.9	1.4	0.8	1.9	89.36	89.24
				1.2	0.8	2	89.20	
				1.7	-0.1	2	88.94	
				1.2	0.8	1.9	89.27	
				1.4	0.8	1.8	89.43	
A2B0	63.6	4.9	20	0.5	1	2	88.98	88.99
				0.6	0.9	1.9	89.06	
				0.7	0.9	1.9	89.10	
				0.7	0.9	2	89.03	
				0.4	0.9	2.1	88.81	
A2B1	63.7	4.8	19.9	0.5	0.9	2.3	88.70	89.06
				0.9	0.7	1.7	89.25	
				0.8	0.7	1.7	89.21	
				0.8	0.8	2	89.03	
				0.8	0.6	1.8	89.09	
A2B2	63.3	4.9	19.8	0.2	0.6	1.3	89.17	89.24
				0.4	0.7	1.2	89.39	
				0.8	0.9	1.9	89.15	
				0.2	0.7	1.6	89.00	
				0.5	0.6	1.1	89.47	
A2B3	63.2	4.7	19.8	1.8	0.6	1.6	89.65	89.60
				2	0.7	1.9	89.53	
				1.4	0.7	1.6	89.54	
				2	0.6	1.7	89.64	
				1.9	0.6	1.7	89.61	

B.1.b Derajat Putih Produksi 2

Sampel	L	a	b	Dl	da	db	W	W Akhir
A0B0	63.3	4.6	19.9	-0.9	1.4	4.2	86.71	86.38
				-0.9	0.9	4.2	86.54	
				-0.8	1.3	4.2	86.73	
				-1.3	1.5	4.2	86.54	
				-1.3	1.5	4.4	86.38	
A0B1	63.3	4.6	19.8	-0.8	1.2	4.2	86.70	86.58
				-1	1.2	4.3	86.52	
				-0.8	1.3	4.2	86.73	
				-0.9	1.3	4.2	86.68	
				-0.9	1.2	4.2	86.65	
A0B2	63.4	4.6	19.8	-0.9	1.4	3.4	87.35	86.93
				-1	1.4	3.4	87.30	
				-0.9	1.3	3.4	87.31	
				-1.1	1.4	3.4	87.24	
				0.8	1.2	4.9	86.79	
A0B3	64	4.7	19.9	-0.2	1.2	3.4	87.63	87.08
				-0.9	1.2	3.4	87.28	
				-0.7	1.2	3.4	87.38	
				-1.1	1.2	3.4	87.18	
				-1	1.2	3.3	87.31	
A1B0	63.6	4.5	19.9	0.6	1.1	2.5	88.67	88.57
				0.6	1	2.4	88.71	
				0.5	1	2.5	88.59	
				0.7	1	2.5	88.68	
				0.4	1.1	2.6	88.50	
A1B1	63.4	4.6	19.8	1	1.2	2.6	88.81	88.96
				0.9	1.2	2.7	88.68	
				1.3	1.1	2.5	88.97	
				1.1	1.2	2.6	88.85	
				1.3	1.1	2.5	88.97	
A1B2	63.5	4.5	19.8	0.6	0.8	1.8	89.09	89.10
				0.9	0.8	1.7	89.30	
				0.6	0.9	1.9	89.06	
				0.4	1.1	2.2	88.82	
				0.5	0.9	2	88.93	

Sampel	L	a	b	Dl	da	db	W	W Akhir
A1B3	63.6	4.5	19.8	1.5	0.8	2.2	89.16	89.24
				1.5	0.6	2	89.22	
				1.5	0.7	2.2	89.11	
				1.6	0.6	2	89.26	
				1.7	0.7	2.3	89.10	
A2B0	63.6	4.5	20	-0.4	0.9	1.7	88.71	88.99
				-0.7	1	1.7	88.59	
				-0.4	0.9	1.8	88.63	
				-0.2	0.9	1.5	88.96	
				-0.2	0.9	1.6	88.89	
A2B1	63.6	4.5	19.9	0.2	1	1.9	88.91	89.06
				0.3	1	1.9	88.96	
				0.5	0.9	2	88.93	
				0.3	0.9	1.9	88.92	
				0.4	0.9	1.9	88.96	
A2B2	63.6	4.5	19.9	1.2	0.7	2	89.15	89.24
				1.1	0.8	2	89.15	
				0.7	1	2.3	88.83	
				1.1	0.8	2	89.15	
				1.3	0.8	1.9	89.32	
A2B3	63.6	4.5	19.9	1.4	0.9	2.3	89.08	89.60
				1.2	0.9	2.3	89.00	
				1.4	0.8	2.3	89.04	
				1.4	1.3	0	91.04	
				1.3	0.7	1.8	89.35	

B.1.c Derajat Putih Produksi 3

Sampel	L	a	b	Dl	da	db	W	W akhir
A0B0	63.9	4.3	20.8	-1.6	1.7	2.9	87.45	86.38
				-1.6	1.6	3	87.34	
				-1.5	1.6	3	87.40	
				-1.5	1.6	3	87.40	
A0B1	63.5	4.3	20.8	-1.5	1.6	2.9	87.47	86.58
				-1.4	1.6	2.9	87.53	
				-1.5	1.6	2.8	87.55	
				-1.5	1.6	3	87.40	
A0B2	63.5	4.3	20.8	-1.4	1.6	2.9	87.53	86.93
				-1.3	1.7	3	87.54	
				-0.6	1.4	2.9	87.89	
				-0.6	1.5	3	87.85	
A0B3	63.4	4.3	20.9	-0.6	1.4	3	87.82	87.08
				-0.6	1.4	2.9	87.89	
				-0.8	1.4	2.7	87.94	
				-0.7	1.4	2.8	87.92	
A1B0	63.9	4.2	20.9	-0.7	1.4	2.7	88.00	88.57
				-0.8	1.4	2.7	87.94	
				-0.7	1.4	2.9	87.84	
				-0.7	1.4	2.7	88.00	
A1B1	63.4	4.2	20.8	0.8	1.2	2.6	88.72	88.96
				0.9	1.3	2.7	88.72	
				0.8	1.3	2.7	88.68	
				1	1.2	2.7	88.72	
A1B2	63.9	4.2	20.9	0.7	1.3	2.9	88.47	89.10
				1.4	1.1	2.7	88.84	
				1.1	1.4	2.6	88.93	
				1.2	1.1	2.7	88.76	
A1B2	63.9	4.2	20.9	0.9	1.2	2.8	88.60	89.10
				1	1.2	2.8	88.64	
				-0.3	1.2	1.8	88.81	
				-0.2	1.2	1.8	88.87	
A1B2	63.9	4.2	20.9	-0.3	1.2	1.9	88.74	89.10
				-0.3	1.3	1.7	88.93	
				-0.3	1.3	2	88.70	
				-0.3	1.3	2	88.70	

Sampel	L	a	b	Dl	da	db	W	W Akhir
A1B3	63.8	4.2	20.8	1.4	0.9	2.5	88.92	89.24
				1.4	1.1	2.5	89.01	
				1.4	1.1	2.5	89.01	
				1.4	1	2.5	88.96	
				1.3	1.1	2.6	88.89	
A2B0	63.9	4.2	20.8	1	1.2	2.5	88.89	88.99
				1.3	0.9	2	89.28	
				0.7	1.1	2.5	88.72	
				1	1	2.5	88.80	
				1.1	1.1	2.7	88.72	
A2B1	63.9	4.1	20.8	1.7	1.1	2.6	89.04	89.06
				1.7	0.9	2.6	88.95	
				1.7	1.1	2.7	88.95	
				1.7	1.1	2.7	88.95	
				1.5	1.1	2.6	88.96	
A2B2	63.8	4.2	21	-0.3	0.7	0.8	89.31	89.24
				-0.1	0.7	0.6	89.55	
				-0.1	0.4	0.6	89.41	
				-0.3	0.4	0.9	89.09	
				-0.5	0.6	0.6	89.28	
A2B3	63.9	4.1	20.8	1.8	0.5	1.9	89.36	89.60
				2.1	0.8	2	89.53	
				2.1	0.5	2	89.39	
				1.8	0.7	2.1	89.30	
				2.2	0.5	2	89.42	

B.1.d Rata-rata Derajat Putih Ulangan 1, 2 dan 3

Sampel	Ulangan			Derajat Putih
	1	2	3	
A0B0	86.38	86.58	87.41	86.79
A0B1	86.58	86.65	87.51	86.91333333
A0B2	86.93	87.2	87.88	87.33666667
A0B3	87.08	87.35	87.94	87.45666667
A1B0	88.57	88.63	88.66	88.62
A1B1	88.96	88.85	88.76	88.85666667
A1B2	89.1	89.04	88.81	88.98333333
A1B3	89.24	89.17	88.96	89.12333333
A2B0	88.99	88.75	88.88	88.87333333
A2B1	89.09	88.94	88.97	89
A2B2	89.24	89.12	89.33	89.23
A2B3	89.6	89.5	89.4	89.5

LAMPIRAN C**C.1 Kadar Air MOCAF Termodifikasi****C.1.a Kadar Air Produksi 1**

Sampel	Ulangan			KA Produksi 1
	1	2	3	
A0B0	7.276175267	7.122194514	8.681457792	7.693275858
A1B0	8.023275145	7.634247714	7.951100896	7.869541252
A2B0	7.077056104	8.097327483	8.048155908	7.740846498
A0B1	7.605258778	7.733998337	8.296710614	7.87865591
A1B1	8.160345975	7.979112619	7.760053174	7.966503922
A2B1	7.238570241	8.124729896	8.04632026	7.803206799
A0B2	8.003325021	8.158647767	8.455821085	8.205931291
A1B2	7.211359404	7.956624422	7.516502471	7.561495432
A2B2	7.029274784	8.176226101	8.303476645	7.836325844
A0B3	8.114669593	8.064784329	8.627099515	8.268851146
A1B3	8.362462133	7.200106422	7.436405682	7.666324746
A2B3	8.146367521	7.601755786	8.051763643	7.93329565

C.1.b Kadar Air Produksi 2

Sampel	Ulangan			KA Produksi 2
	1	2	3	
A0B0	8.938306076	7.689718997	8.457893932	8.361973002
A1B0	7.211426673	6.656483367	7.809749287	7.225886442
A2B0	6.570848721	7.376826368	6.450535774	6.799403621
A0B1	7.565318689	6.847122915	6.278653186	6.897031597
A1B1	7.448864015	7.231627032	7.738313194	7.472934747
A2B1	7.220780949	7.075361448	7.287019333	7.194387243
A0B2	7.53493014	7.960301164	7.068221858	7.521151054
A1B2	6.274744652	7.078338538	6.226167597	6.526416929
A2B2	7.048208816	7.963375904	8.193754218	7.735112979
A0B3	7.39040777	8.104442184	7.199004522	7.564618159
A1B3	7.646022406	6.171233937	6.790524849	6.869260397
A2B3	7.735302924	6.250423012	7.049006221	7.011577386

C.1.c Kadar Air Produksi 3

Sampel	Ulangan			KA Produksi 2
	1	2	3	
A0B0	7.626836891	7.802516941	7.090157155	7.506503662
A0B1	7.502148192	7.923851291	7.404842008	7.610280497
A0B2	7.547107547	8.001820073	7.988625467	7.845851029
A0B3	7.648752399	7.253701364	7.240150531	7.380868098
A1B0	7.611983995	7.953007953	7.698473772	7.754488573
A1B1	7.362540608	7.061395172	7.614294398	7.346076726
A1B2	7.868213514	7.665158661	7.458978885	7.66411702
A1B3	7.410314268	8.181384248	7.20565054	7.599116352
A2B0	7.344204273	7.479242558	7.120869456	7.314772096
A2B1	7.152041144	7.631562712	7.717359124	7.500320993
A2B2	7.681781427	7.06812293	7.755639213	7.501847856
A2B3	7.917781964	7.333524228	7.892720307	7.714675499

C.1.d Rata-rata Kadar Air Produksi 1, 2 dan 3

Sampel	Ulangan			Kadar Air (%)
	1	2	3	
A0B0	7.693275858	8.361973002	7.506503662	7.853917507
A0B1	7.869541252	7.225886442	7.610280497	7.568569397
A0B2	7.740846498	6.799403621	7.845851029	7.462033716
A0B3	7.87865591	6.897031597	7.380868098	7.385518535
A1B0	7.966503922	7.472934747	7.754488573	7.731309081
A1B1	7.803206799	7.194387243	7.346076726	7.447890256
A1B2	8.205931291	7.521151054	7.66411702	7.797066455
A1B3	7.561495432	6.526416929	7.599116352	7.229009571
A2B0	7.836325844	7.735112979	7.314772096	7.628736973
A2B1	8.268851146	7.564618159	7.500320993	7.777930099
A2B2	7.666324746	6.869260397	7.501847856	7.345811
A2B3	7.93329565	7.011577386	7.714675499	7.553182845

LAMPIRAN D

D.1 Syarat Mutu MOCAF menurut SNI No. 7622 Tahun 2011 (BSN, 2011)

No.	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Keadaan		
	1.1 Bentuk	-	serbuk halus
	1.2 Bau	-	normal
	1.3 Warna	-	putih
2.	Benda Asing	-	tidak ada
3.	Serangga dalam semua bentuk stadia dan potongan-potongannya yang tampak	-	tidak ada
4.	Kehalusan		
	4.1 Lolos ayakan 100 mesh (b/b)	%	min. 90
	4.2 Lolos ayakan 80 mesh (b/b)	%	100
5.	Kadar air (b/b)	%	maks. 13
6.	Abu (b/b)	%	maks. 1,5
7.	Serat kasar (b/b)	%	maks 2,0
8.	Derajat putih (MgO = 100)	-	min. 87
9.	Belerang dioksida (SO ₂)	µg/g	negatif
10.	Derajat asam	mL NaOH 1N/ 100 g	maks 4,0
11.	HCN	mg/kg	maks. 1,0
12.	Cemaran logam		
	12.1 Kadnium (Cd)	mg/kg	maks. 0,2
	12.2 Timbal (Pb)	mg/kg	maks. 0,3
	12.3 Timah (Sn)	mg/kg	maks. 40,0
	12.4 Merkuri (Hg)	mg/kg	maks. 0,05
13.	Cemaran arsen (As)	mg/kg	maks. 0,5
14.	Cemaran mikroba		
	14.1 Angka lempeng total (350 C, 48 jam)	Koloni/g	maks. 1x10 ⁶
	14.2 Escherichia coli	APM/g	maks. 10
	14.3 Bacillus cereus	Koloni/g	< 1x 10 ⁴
	14.4 Kapan	Koloni/g	maks. 1x 10 ⁴

LAMPIRAN E**E.1 Kadar Serat MOCAF Termodifikasi****E.1.a Kasar Produksi 1**

Sampel	Ulangan		% Serat Kasar
	1	2	
A0B0	7.22	7.78	7.5
A0B1	7.3	7.32	7.31
A0B2	7.8	7.82	7.81
A0B3	7.76	7.22	7.49
A1B0	6.26	6.82	6.54
A1B1	6.82	7.5	7.16
A1B2	6.72	7.2	6.96
A1B3	5.52	6.96	6.24
A2B0	5.12	6.78	5.95
A2B1	6.52	6.3	6.41
A2B2	5.24	5.54	5.39
A2B3	5.08	5.32	5.2

E.1.b Kadar Serat Kasar Produksi 2

Sampel	Ulangan		% Serat Kasar
	1	2	
A0B0	7.16	7.92	7.54
A0B1	7.06	7.8	7.43
A0B2	7.44	7.48	7.46
A0B3	6.78	7.08	6.93
A1B0	6.98	7.38	7.18
A1B1	5.74	6.48	6.11
A1B2	5.94	6.8	6.37
A1B3	5.98	6.04	6.01
A2B0	5.54	5.02	5.28
A2B1	5.18	5.54	5.36
A2B2	4.58	4.06	4.32
A2B3	4.84	4.48	4.66

E.1.c Kadar Serat Kasar Produksi 3

Sampel	Ulangan		% Serat Kasar
	1	2	
A0B0	7.66	7.24	7.45
A0B1	7.32	7.34	7.33
A0B2	7.72	7.16	7.44
A0B3	7.1	7.08	7.09
A1B0	6.62	6.7	6.66
A1B1	6.96	6.92	6.94
A1B2	6.24	5.96	6.1
A1B3	6.76	5.8	6.28
A2B0	6.2	5.22	5.71
A2B1	5.94	5.38	5.66
A2B2	4.1	5.36	4.73
A2B3	4.2	5.4	4.8

E.1.d Rata-rata Kadar Serat Kasar Produksi 1,2 dan 3

Sampel	Ulangan			Kadar Air (%)
	1	2	3	
A0B0	7.5	7.54	7.45	7.4966667
A0B1	7.31	7.43	7.33	7.3566667
A0B2	7.81	7.46	7.44	7.57
A0B3	7.49	6.93	7.09	7.17
A1B0	6.54	7.18	6.66	6.7933333
A1B1	7.16	6.11	6.94	6.7366667
A1B2	6.96	6.37	6.1	6.4766667
A1B3	6.24	6.01	6.28	6.1766667
A2B0	5.95	5.28	5.71	5.6466667
A2B1	6.41	5.36	5.66	5.81
A2B2	5.39	4.32	4.73	4.8133333
A2B3	5.2	4.66	4.8	4.8866667

LAMPIRAN F

F.1 Residu Hidrogen Peroksida (H_2O_2) MOCAF TermodifikasiF.1.a Residu Hidrogen Peroksida (H_2O_2) Produksi 1

Sampel	Ulangan		% Residu Akhir P1
	1	2	
A0B1	0.00272	0.0034	0.00306
A0B2	0.00408	0.00408	0.00408
A0B3	0.00612	0.00544	0.00578
A1B1	0.0034	0.00272	0.00306
A1B2	0.00476	0.00476	0.00476
A1B3	0.00612	0.00612	0.00612
A2B1	0.00272	0.00408	0.0034
A2B2	0.00476	0.00544	0.0051
A2B3	0.00612	0.0068	0.00646

F.1.a Residu Hidrogen Peroksida (H_2O_2) Produksi 2

Sampel	Ulangan		% Residu Akhir P1
	1	2	
A0B1	0.0034	0.00272	0.00306
A0B2	0.0034	0.00272	0.00306
A0B3	0.00476	0.0034	0.00408
A1B1	0.00612	0.00476	0.00544
A1B2	0.00272	0.0034	0.00306
A1B3	0.0034	0.00544	0.00442
A2B1	0.00476	0.0068	0.00578
A2B2	0.00204	0.0034	0.00272
A2B3	0.00408	0.00476	0.00442

F.1.c Residu Hidrogen Peroksida (H_2O_2) Produksi 3

Sampel	Ulangan		% Residu Akhir P1
	1	2	
A0B1	0.0034	0.00272	0.00306
A0B2	0.00408	0.0034	0.00374
A0B3	0.00612	0.00544	0.00578
A1B1	0.0034	0.00204	0.00272
A1B2	0.00408	0.00476	0.00442
A1B3	0.00544	0.00544	0.00544
A2B1	0.0034	0.0034	0.0034
A2B2	0.00544	0.00476	0.0051
A2B3	0.00612	0.00612	0.00612

F.1.d Rata-rata Residu Hidrogen Peroksida (H₂O₂)

Sampel	Ulangan			Residu Hidrogen peroksida (%)
	1	2	3	
A0B1	0.00306	0.00306	0.00306	0.00306
A0B2	0.00408	0.00306	0.00374	0.00362667
A0B3	0.00578	0.00408	0.00578	0.00521333
A1B1	0.00306	0.00544	0.00272	0.00374
A1B2	0.00476	0.00306	0.00442	0.00408
A1B3	0.00612	0.00442	0.00544	0.00532667
A2B1	0.0034	0.00578	0.0034	0.00419333
A2B2	0.0051	0.00272	0.0051	0.00430667
A2B3	0.00646	0.00442	0.00612	0.00566667

LAMPIRAN G

G.1 Swelling Power MOCAF Termodifikasi

G.1.a Swelling Power Produksi 1

Sampel	Ulangan		Swelling Power
	1	2	
A0B0	4.2944	4.0944	4.1944
A0B1	4.7624	4.2848	4.5236
A0B2	5.7152	5.6472	5.6812
A0B3	6.1376	6.0424	6.09
A1B0	6.6408	6.4784	6.5596
A1B1	6.9032	6.9256	6.9144
A1B2	7.3152	7.9304	7.6228
A1B3	8.2168	8.4688	8.3428
A2B0	7.0512	7.0024	7.0268
A2B1	9.5984	9.0112	9.3048
A2B2	11.5864	12.4352	12.0108
A2B3	13.2032	13.0064	13.1048

G.1.b Swelling Power Produksi 2

Sampel	Ulangan		Swelling Power
	1	2	
A0B0	4.0176	4.164	4.0908
A0B1	4.7968	4.4808	4.6388
A0B2	5.5416	5.1248	5.3332
A0B3	5.6344	5.3328	5.4836
A1B0	6.1744	6.0176	6.096
A1B1	6.4128	6.2728	6.3428
A1B2	7.7512	7.9888	7.87
A1B3	8.3824	8.5472	8.4648
A2B0	7.28	6.604	6.942
A2B1	8.8152	8.616	8.7156
A2B2	11.9728	12.8752	12.424
A2B3	13.8232	13.4504	13.6368

G.1.c Swelling Power Produksi 3

Sampel	Ulangan		Swelling Power
	1	2	
A0B0	4.5112	4.7832	4.6472
A0B1	5.084	4.9344	5.0092
A0B2	5.3672	5.1112	5.2392
A0B3	5.5408	5.4248	5.4828
A1B0	6.9232	6.2456	6.5844
A1B1	7.2144	6.5984	6.9064
A1B2	7.8128	7.0368	7.4248
A1B3	8.4128	7.7136	8.0632
A2B0	7.6584	8.1208	7.8896
A2B1	8.604	9.4776	9.0408
A2B2	10.4544	10.9176	10.686
A2B3	13.0656	12.7792	12.9224

G.1.d Rata-rata Swelling Power Produksi 1,2 dan 3

Sampel	Ulangan			Swelling Power (g/g)
	1	2	3	
A0B0	4.1944	4.0908	4.6472	4.3108
A0B1	4.5236	4.6388	5.0092	4.723866667
A0B2	5.6812	5.3332	5.2392	5.417866667
A0B3	6.09	5.4836	5.4828	5.685466667
A1B0	6.5596	6.096	6.5844	6.413333333
A1B1	6.9144	6.3428	6.9064	6.7212
A1B2	7.6228	7.87	7.4248	7.6392
A1B3	8.3428	8.4648	8.0632	8.290266667
A2B0	7.0268	6.942	7.8896	7.286133333
A2B1	9.3048	8.7156	9.0408	9.0204
A2B2	12.0108	12.424	10.686	11.70693333
A2B3	13.1048	13.6368	12.9224	13.22133333

LAMPIRAN H**H.1 Kejernihan Pasta MOCAF Termodifikasi****H.1.a Kejernihan Pasta Produksi 1**

Sampel	Ulangan		Turbidity
	1	2	
A0B0	205	205.6666667	205.3333333
A0B1	165.3333333	151.6666667	158.5
A0B2	157.3333333	147	152.1666667
A0B3	142	136.3333333	139.1666667
A1B0	128	121	124.5
A1B1	118.3333333	117.6666667	118
A1B2	105.6666667	104	104.8333333
A1B3	97.6666667	92.6666667	95.1666667
A2B0	103.3333333	107	105.1666667
A2B1	96	92	94
A2B2	85	87.6666667	86.3333333
A2B3	74.3333333	79.6666667	77

H.1.b Kejernihan Pasta Produksi 2

Sampel	Ulangan		Turbidity
	1	2	
A0B0	206.6666667	202.3333333	204.5
A0B1	167.3333333	171.3333333	169.3333333
A0B2	157.3333333	161.3333333	159.3333333
A0B3	137.3333333	144.6666667	141
A1B0	131.3333333	137.6666667	134.5
A1B1	117.3333333	124.3333333	120.8333333
A1B2	105.6666667	118.6666667	112.1666667
A1B3	100.3333333	114.3333333	107.3333333
A2B0	107.3333333	121	114.1666667
A2B1	93.6666667	108.3333333	101
A2B2	82.3333333	95.6666667	89
A2B3	69.3333333	85	77.1666667

H.1.c Kejernihan Pasta Produksi 3

Sampel	Ulangan		Swelling Power
	1	2	
A0B0	216.666667	207	211.8333333
A0B1	163.666667	168.6666667	166.1666667
A0B2	155.666667	162.3333333	159
A0B3	143.333333	158.3333333	150.8333333
A1B0	130.333333	130.3333333	130.3333333
A1B1	115.666667	116.3333333	116
A1B2	103	106.6666667	104.8333333
A1B3	97	95.33333333	96.16666667
A2B0	103	103.3333333	103.1666667
A2B1	93	92	92.5
A2B2	86.6666667	86.33333333	86.5
A2B3	75.3333333	74.66666667	75

H.1.d Rata-rata Kejernihan Pasta Produksi 1,2 dan 3

Sampel	Ulangan			Kejernihan Pasta
	1	2	3	
A0B0	205.3333333	204.5	211.8333333	207.2222222
A0B1	158.5	169.3333333	166.1666667	164.6666667
A0B2	152.1666667	159.3333333	159	156.8333333
A0B3	139.1666667	141	150.8333333	143.6666667
A1B0	124.5	134.5	130.3333333	129.7777778
A1B1	118	120.8333333	116	118.2777778
A1B2	104.8333333	112.1666667	104.8333333	107.2777778
A1B3	95.16666667	107.3333333	96.16666667	99.55555556
A2B0	105.1666667	114.1666667	103.1666667	107.5
A2B1	94	101	92.5	95.83333333
A2B2	86.33333333	89	86.5	87.2777778
A2B3	77	77.16666667	75	76.38888889

LAMPIRAN I

I.1 Hasil Perhitungan ANOVA

I.1.a Rendemen

Tahap Fermentasi (A)	Konsentrasi Hidrogen peroksida (B)				Total
	B0	B1	B2	B3	
A0	18.6151	17.4604	17.325	17.9692969	71.36980455
	23.6874	23.5039	23.0146	22.6326806	92.83865554
	20.7184	20.5542	20.8531	20.2473404	82.37312027
A1	16.766	16.8839	17.0175	16.3860868	67.05354091
	22.4441	21.9272	21.6406	21.3834596	87.39538949
	18.5337	19.062	18.6245	18.6999269	74.9201258
A2	15.55	15.6364	15.3333	15.7289957	62.24870802
	20.8178	20.6474	20.5763	20.5702719	82.61177314
	17.6198	17.5586	17.727	17.8759915	70.78149765
Total	174.752	173.234	172.112	171.49405	691.5926154

Sumber Keragaman (SK)	db	JK	KT	F Hitung	F tabel 5%	Keterangan
perlakuan	11	41.4248	3.76589	0.5503	2.2163	TBN
A	2	0.6823	0.34115	0.0498	3.4028	TBN
B	3	40.0545	13.3515	1.9509	3.0088	TBN
AB	6	0.68802	0.11467	0.0168	2.5082	tidak ada interaksi
galat	24	164.253	6.84387			
jumlah	46	247.102	5.37179			

I.1.b Derajat Putih

Tahap Fermentasi (A)	Konsentrasi Hidrogen peroksida (B)				Total
	B0	B1	B2	B3	
A0	86.38	86.58	86.93	87.08	346.97
	86.58	86.65	87.2	87.35	347.78
	87.41	87.51	87.88	87.94	350.74
A1	88.57	88.96	89.1	89.24	355.87
	88.63	88.85	89.04	89.17	355.69
	88.66	88.76	88.81	88.96	355.19
A2	88.99	89.09	89.24	89.6	356.92
	88.75	88.94	89.12	89.5	356.31
	88.88	88.97	89.33	89.4	356.58
Total	792.85	794.31	796.65	798.24	3182.05

Sumber Keragaman (SK)	db	JK	KT	F Hitung	F tabel 5%	Keterangan
perlakuan	11	31.2752	2.8432	31.0667	2.2163	BN
A	2	1.91868	0.95934	10.4823	3.4028	BN
B	3	29.2448	9.74827	106.5159	3.0088	BN
AB	6	0.11173	0.01862	0.2035	2.5082	tidak ada interaksi
galat	24	2.19647	0.09152			
jumlah	46	64.7469	1.40754			

I.1.c Kadar Air

Tahap Fermentasi (A)	Konsentrasi Hidrogen peroksida (B)				Total
	B0	B1	B2	B3	
A0	7.69328	7.86954	7.740846498	7.87865591	31.18231952
	8.36197	7.22589	6.799403621	6.8970316	29.28429466
	7.5065	7.61028	7.845851029	7.3808681	30.34350329
A1	7.9665	7.80321	8.205931291	7.56149543	31.53713744
	7.47293	7.19439	7.521151054	6.52641693	28.71488997
	7.75449	7.34608	7.66411702	7.59911635	30.36379867
A2	7.83633	8.26885	7.666324746	7.93329565	31.70479739
	7.73511	7.56462	6.869260397	7.01157739	29.18056892
	7.31477	7.50032	7.501847856	7.7146755	30.03161644
Total	69.6419	68.3832	67.81473351	66.5031329	272.3429263

Sumber Keragaman (SK)	db	JK	KT	F Hitung	F tabel 5%	Keterangan
perlakuan	11	1.29601	0.11782	0.6397	2.2163	TBN
A	2	0.56535	0.28268	1.5347	3.4028	TBN
B	3	0.00389	0.0013	0.0070	3.0088	TBN
AB	6	0.72678	0.12113	0.6576	2.5082	Tidak ada interaksi
galat	24	4.4206	0.18419			
jumlah	46	7.01262	0.15245			

I.1.d Kadar Serat

Tahap Fermentasi (A)	Konsentrasi Hidrogen peroksida (B)				Total
	B0	B1	B2	B3	
A0	7.66	7.32	7.72	7.1	29.8
	7.24	7.34	7.16	7.08	28.82
	7.45	7.33	7.44	7.09	29.31
A1	6.62	6.96	6.24	6.76	26.58
	6.7	6.92	5.96	5.8	25.38
	6.66	6.94	6.1	6.28	25.98
A2	6.2	5.94	4.1	4.2	20.44
	5.22	5.38	5.36	5.4	21.36
	5.71	5.66	4.73	4.8	20.9
Total	59.46	59.79	54.81	54.51	228.57

Sumber Keragaman (SK)	db	JK	KT	F Hitung	F tabel 5%	Keterangan
perlakuan	11	30.9909	2.81735	23.3144	2.2163	BN
A	2	2.75007	1.37504	11.3788	3.4028	BN
B	3	26.9058	8.96862	74.2179	3.0088	BN
AB	6	1.33495	0.22249	1.8412	2.5082	tidak ada interaksi
galat	24	2.9002	0.12084			
jumlah	46	64.882	1.41048			

I.1.e Residu H₂O₂

Tahap Fermentasi (A)	Konsentrasi Hidrogen peroksida (B)			Total
	B1	B2	B3	
A0	0.00306	0.00408	0.00578	0.01292
	0.00306	0.00306	0.00408	0.0102
	0.00306	0.00374	0.00578	0.01258
A1	0.00306	0.00476	0.00612	0.01394
	0.00544	0.00306	0.00442	0.01292
	0.00272	0.00442	0.00544	0.01258
A2	0.0034	0.0051	0.00646	0.01496
	0.00578	0.00272	0.00442	0.01292
	0.0034	0.0051	0.00612	0.01462
Total	0.03298	0.03604	0.04862	0.11764

Sumber Keragaman (SK)	db	JK	KT	F Hitung	F tabel 5%	Keterangan
perlakuan	8	1.82734E-05	2.28417E-06	0.2778	2.5102	TBN
A	2	0.000143408	7.17041E-05	8.7194	3.5546	BN
B	2	1.93309E-06	9.66544E-07	0.1175	3.5546	TBN
AB	4	0.000127068	-3.1767E-05	-3.8629	2.9277	tidak ada interaksi
galat	18	0.000148024	8.22354E-06			
jumlah	34	0.00018457	5.42854E-06			

I.1.f Swelling Power

Tahap Fermentasi (A)	Konsentrasi Hidrogen peroksida (B)				Total
	B0	B1	B2	B3	
A0	4.1944	4.5236	5.6812	6.09	20.4892
	4.0908	4.6388	5.3332	5.4836	19.5464
	4.6472	5.0092	5.2392	5.4828	20.3784
A1	6.5596	6.9144	7.6228	8.3428	29.4396
	6.096	6.3428	7.87	8.4648	28.7736
	6.5844	6.9064	7.4248	8.0632	28.9788
A2	7.0268	9.3048	12.0108	13.1048	41.4472
	6.942	8.7156	12.424	13.6368	41.7184
	7.8896	9.0408	10.686	12.9224	40.5388
Total	54.0308	61.3964	74.292	81.5912	271.3104

Sumber Keragaman (SK)	db	JK	KT	F Hitung	F tabel 5%	Keterangan
perlakuan	11	242.131	22.0119	136.9800	2.2163	BN
A	2	51.4375	25.7187	160.0474	3.4028	BN
B	3	168.219	56.0731	348.9420	3.0088	BN
AB	6	22.4745	3.74575	23.3098	2.5082	Ada interaksi
galat	24	3.85667	0.16069			
jumlah	46	488.119	10.6113			

I.1.g Kejernihan Pasta

Tahap Fermentasi (A)	Konsentrasi Hidrogen peroksida (B)				Total
	B0	B1	B2	B3	
A0	205.333	158.5	152.166667	139.166667	655.166667
	204.5	169.333	159.333333	141	674.166666
	211.833	166.167	159	150.833333	687.833333
A1	124.5	118	104.833333	95.166667	442.5
	134.5	120.833	112.166667	107.333333	474.833333
	130.333	116	104.833333	96.166667	447.333333
A2	105.167	94	86.333333	77	362.5
	114.167	101	89	77.166667	381.333334
	103.167	92.5	86.5	75	357.166667
Total	1333.5	1136.33	1054.16667	958.833333	4482.833333

Sumber Keragaman (SK)	db	JK	KT	F Hitung	F tabel 5%	Keterangan
perlakuan	11	46996.4	4272.4	200.1531	2.2163	BN
A	2	8461.75	4230.87	198.2075	3.4028	BN
B	3	37073.3	12357.8	578.9348	3.0088	BN
AB	6	1461.42	243.569	11.4107	2.5082	ada interaksi
galat	24	512.296	21.3457			
jumlah	46	94505.2	2054.46			

LAMPIRAN J

J.1 Kenampakan MOCAF Termodifikasi

