

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perbanyak Isolat *Lactobacillus plantarum*

Mikroorganisme yang ada di alam memiliki karakteristik morfologi, struktur, dan sifat-sifat yang khas. Identifikasi *L. plantarum* dilakukan untuk memastikan tidak terjadi kontaminasi pada isolat yang digunakan selama proses fermentasi. Proses identifikasi mikroorganisme dilakukan dengan mengamati ciri-ciri morfologi koloni seperti ukuran, warna, bentuk, dan diameter. Hasil pengamatan pada perbanyak isolat *L. plantarum* dapat dilihat pada tabel 4

Tabel 1. Karakteristik hasil uji *Lactobacillus plantarum*

Karakteristik	Keterangan
Bentuk	Batang
Gram	Positif
Warna	Putih kekuningan
Diameter	± 2 mm
Aerobisitas	Fakultatif anaerob

Pengamatan terhadap sel bakteri dilakukan setelah pengecatan gram pada isolat, lalu dilihat menggunakan mikroskop dengan perbesaran 1000 kali. Berdasarkan hasil pengamatan (tabel 4) bentuk sel *L. plantarum* berbentuk batang dan isolat bersifat gram positif (lampiran 2.1a). Bentuk koloni *circular*, elevasi *convex* bentuk tepi *entire*, struktur dalam *Opaque*, diameter ± 2 mm dan berwarna putih susu/kekuningan (lampiran 2.1b) dan sifat sel fakultatif anaerob (lampiran 2.1c). Hal ini senada dengan hasil pengamatan Arief (2013) yang menunjukkan bahwa *Lactobacillus plantarum* berbentuk batang dan bersifat gram positif. Bakteri gram positif akan memberikan warna ungu ketika dilakukan pengecatan gram. *L. plantarum* juga memiliki sifat katalase negatif, gram positif, bentuk sel

basil (batang), warna koloni putih susu, tepi koloni *entire*, struktur dalam *opaque*, warna pigmen jernih dan sifat sel fakultatif anaerob. Fakultatif anaerob yaitu koloni yang tumbuh di sepanjang kedalaman medium *MRS Broth* pada tabung reaksi steril tetapi massa sel paling banyak terdapat pada dasar media.

Perbanyakkan bakteri *L. plantarum* bertujuan untuk membuat starter yang kemudian digunakan pada tahap fermentasi mocaf. Starter harus diuji viabilitasnya untuk mengetahui populasi *L. plantarum* sebelum digunakan pada tahap fermentasi mocaf. Selain itu, pengecekan pH media juga perlu dilakukan sebagai indikator pertumbuhan *L. plantarum* pada media *MRS Broth*.

Pengujian viabilitas dilakukan untuk mengetahui efektivitas media *MRS Broth* terhadap pertumbuhan *L. plantarum* yang dinyatakan dengan jumlah *L. plantarum* selama masa inkubasi. Hasil yang diperoleh, jumlah bakteri *L. plantarum* yang diinkubasi selama 48 jam yaitu sebesar $11,46 \times 10^7$ CFU/ml (lampiran 2.1d). Menurut Brashears dan Gililand (1995) dalam Dwi (2012) menjelaskan bahwa jumlah bakteri *L. plantarum* yang diinkubasi selama 48 jam paling sedikit sebesar $9,12 \times 10^7$ CFU/ml. Beberapa penelitian menunjukkan Media MRS merupakan media selektif yang sangat tepat untuk menumbuhkan bakteri *L. plantarum* sehingga kompleksitas senyawa yang terkandung pada media akan mempengaruhi proses adaptasi dan metabolisme yang dilakukan oleh mikroorganisme sehingga akan berpengaruh pada kinetika pertumbuhannya.

Pengamatan pH berfungsi sebagai indikator pertumbuhan *L. plantarum* pada media *MRS Broth*. Hasil yang diperoleh yaitu setelah masa inkubasi selama

48 jam, pH *L. plantarum* mengalami penurunan pH yaitu menjadi 4 sehingga tingkat keasaman pada media semakin meningkat. Hal ini disebabkan oleh aktivitas metabolisme *L. plantarum* secara homofermentatif yang mengubah karbohidrat atau gula menjadi energi untuk pertumbuhan, asam laktat, air, serta produk akhir lainnya. Nahariah dkk., (2013) menyatakan *L. Plantarum* mampu merombak senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana dengan hasil akhirnya yaitu asam laktat. Asam laktat dapat menghasilkan pH yang rendah pada substrat sehingga menimbulkan suasana asam.

B. Uji Proksimat Tepung Mocaf

1. Analisis Kadar Air

Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam bahan yang dinyatakan dalam persen. Kadar air juga merupakan karakteristik yang sangat penting pada bahan pangan, karena air dapat mempengaruhi kenampakan, tekstur, dan rasa bahan pangan. Kadar air dalam bahan pangan ikut menentukan kesegaran dan daya awet bahan pangan tersebut. Hasil analisis kadar air pada tepung MOCAF setelah fermentasi disajikan pada tabel 5

Tabel 2. Rerata kadar air hasil fermentasi tepung MOCAF (%)

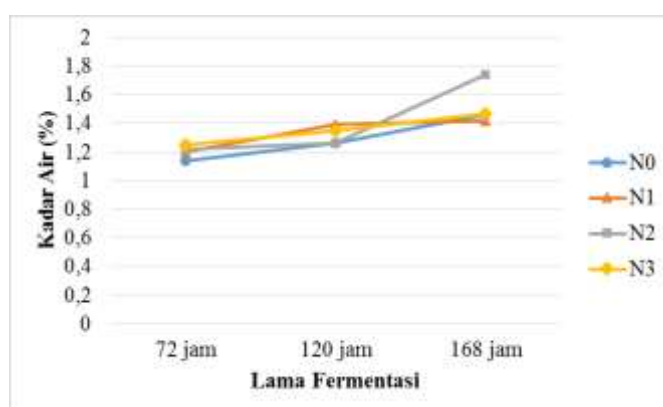
Perlakuan	Lama Fermentasi			Rerata (%)
	72 jam	120 jam	168 jam	
Ekstrak Kulit Nanas				
Tanpa ekstrak kulit nanas	1,14b	1,26b	1,46ab	1,29
Ekstrak kulit nanas 15%	1,2b	1,39ab	1,42ab	1,33
Ekstrak kulit nanas 20%	1,22b	1,26b	1,74a	1,41
Ekstrak kulit nanas 25 %	1,25ab	1,35b	1,47ab	1,35
Rerata (%)	1,28	1,34	1,41	(+)

Keterangan:

- Angka yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji $F \alpha = 5\%$.

Analisis kadar air bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi ekstrak kulit nanas dan lama fermentasi terhadap kadar air yang diperoleh. Salma (2009) menyatakan kadar air sangat berpengaruh terhadap mutu bahan pangan, dan hal ini merupakan salah satu sebab mengapa dalam pengolahan pangan, air tersebut sering dikeluarkan atau dikurangi dengan cara penguapan atau pengentalan dan pengeringan. Pengurangan air disamping bertujuan mengawetkan juga bertujuan memudahkan dan menghemat dalam pengepakan.

Hasil analisis sidik ragam uji kadar air dengan taraf kesalahan 5% (lampiran 1a) menunjukkan bahwa adanya interaksi antara jumlah konsentrasi ekstrak kulit nanas dan lama fermentasi terhadap kadar air pada tepung *MOCAF*. Perlakuan tanpa penambahan ekstrak kulit nanas dan fermentasi 72 jam memiliki kadar air terendah yaitu sebesar 1,14% dan kadar air tertinggi dengan penambahan ekstrak kulit nanas 20% dan fermentasi 168 jam yaitu sebesar 1,74%. Perubahan kadar air selama fermentasi dapat dilihat pada gambar 1



Gambar 1. Perubahan jumlah kadar air tepung *MOCAF*

Keterangan:

N0= tanpa ekstrak kulit nanas

N1= ekstrak kulit nanas 15%

N2= ekstrak kulit nanas 20%

N3= ekstrak kulit nanas 25%

Kadar air sangat berpengaruh terhadap keawetan bahan pangan dan memperpanjang umur simpan. Oleh karena itu pada tepung MOCAF modifikasi, kadar air terendah yang diperoleh yaitu sebesar 1,14% merupakan kadar air terbaik. Semakin rendah kadar air yang diperoleh berpengaruh terhadap keawetan dan mampu memperpanjang umur simpan tepung MOCAF. Kadar air yang tinggi mengakibatkan mudahnya bakteri, kapang, dan khamir untuk berkembang biak, sehingga akan terjadi perubahan pada bahan pangan. Winarno (2008) menyatakan Kandungan air dalam makanan ikut menentukan *acceptability*, kesegaran, dan daya tahan bahan tersebut terhadap serangan mikroba. Kadar air yang tinggi akan mempengaruhi keawetan bahan pangan dan mempercepat umur simpan serta memudahkan pertumbuhan mikroba. Hal tersebut senada dengan Sudarmadji (2007), air yang terdapat alam bentuk bebas dapat membantu terjadinya proses mikrobiologis, kimiawi, enzimatik, bahkan oleh aktivitas serangga perusak.

Terjadinya peningkatan kadar air (gambar 1) diduga karena penambahan konsentrasi ekstrak kulit nanas karena kulit nanas mengandung kadar air yang cukup tinggi yaitu sebesar 81,72%. Hal ini diduga juga terkait antara aktivitas *L. plantarum* dalam fermentasi untuk merombak karbohidrat menjadi asam laktat. Hal ini dikarenakan selama fermentasi terjadi pemecahan makromolekul, salah satunya pati menjadi lebih sederhana. Degradasi pati oleh mikroba dapat mempengaruhi kadar air. Gugus hidroksil pada granula pati merupakan faktor utama dalam mempengaruhi kemampuan mempertahankan air. Pada bahan berpati, gugus hidroksil ini mempunyai kemampuan yang besar untuk mempertahankan air karena struktur gugus hidroksil yang mudah dimasuki air

(Nur Aini, 2013). Air tersebut menjadi molekul bebas setelah terjadi degradasi pati oleh mikroba. Selain itu, semakin tingginya kadar air diduga karena kadar air terikat secara lemah pada koloid, pati, protein, dan selulosa sehingga saat melalui proses pengeringan kadar air yang terkandung dalam *chip* singkong tidak menguap secara sempurna.

Dalam bahan makanan, air terdapat dalam berbagai bentuk, yaitu air bebas dan air yang terikat. Air bebas terdapat dalam ruang-ruang antar sel dan intergranular dan pori-pori yang terdapat pada bahan. Sedangkan air terikat dibedakan menjadi air yang terikat secara lemah dan air terikat secara kuat. Air terikat secara lemah karena terserap pada permukaan koloid makromolekuler seperti protein, pektin, pati, dan selulosa. Selain itu juga terdispersi diantara koloid tersebut dan merupakan pelarut zat-zat yang ada dalam sel. Air dalam bentuk ini masih tetap mempunyai sifat air bebas dan dapat dikristalkan pada proses pembekuan. Sedangkan air dalam bentuk terikat kuat ikatannya bersifat ionik sehingga relatif sukar diuapkan. Air ini tidak membeku meskipun pada 0 °F (Sudarmadji, 2007).

Syarat mutu tepung *MOCAF* menurut SNI 7622-2011 memiliki kadar air maks 13 % (b/b). Berdasarkan hal tersebut tepung *MOCAF* dengan berbagai macam perlakuan konsentrasi ekstrak kulit nanas dan lama fermentasi pada penelitian ini sudah memenuhi standar mutu yaitu dengan kadar air tertinggi 1,74% (b/b). Kadar air dalam menentukan mutu tepung *MOCAF* berperan dalam mempertahankan umur simpan dan kualitas fisik meliputi aroma, penampakan dan teksturnya.

2. Analisis Kadar Pati

Pati merupakan salah satu jenis polisakarida terpenting dan tersebar luas di alam selain selulosa, lignin, pektin, khitin, dan lain-lain. Bentuk pati digunakan untuk menyimpan glukosa dalam proses metabolisme. Pati mengandung dua macam polimer, yaitu amilosa dan amilopektin dalam komposisi yang berbeda-beda. Di dalam pati terdapat dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak larut disebut amilopektin. Amilosa mempunyai struktur lurus dengan ikatan α -(1,4)-D-glikosidik, sedangkan amilopektin mempunyai cabang dengan ikatan α -(1,6)-D-glikosidik sebanyak 4-5% dari berat total (Winarno, 2004). Tiap jenis pati mempunyai sifat yang tidak sama. Hal ini dipengaruhi oleh panjang rantai karbonnya serta perbandingan antara molekul yang lurus dan bercabang. Secara umum molekul amilosa dari umbi akar mempunyai rantai yang lebih panjang dan berat molekul yang lebih tinggi dibandingkan molekul amilosa yang berasal dari sereal.

Analisis kadar pati berfungsi untuk mengetahui pengaruh jumlah konsentrasi ekstrak kulit nanas dan lama fermentasi dalam meningkatkan kadar pati pada tepung MOCAF. Hal ini dilakukan untuk menduga perubahan kimiawi yang dialami pati singkong selama proses fermentasi. Hasil analisis kadar pati pada tepung MOCAF setelah fermentasi disajikan pada tabel 6

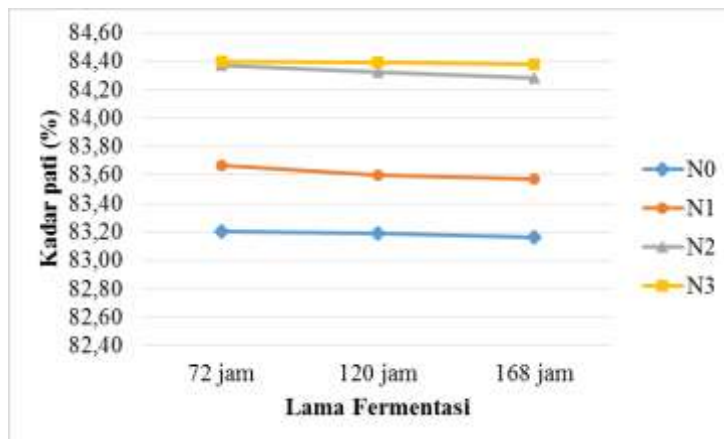
Tabel 3. Rerata kadar pati hasil fermentasi tepung MOCAF (%)

Perlakuan	Lama Fermentasi			Rerata (%)
	72 jam	120 jam	168 jam	
Ekstrak Kulit Nanas				
Tanpa ekstrak kulit nanas	83,20	83,18	83,16	83,18c
Ekstrak kulit nanas 15%	83,67	83,6	83,57	83,61b
Ekstrak kulit nanas 20%	84,37	84,31	84,28	84,32a
Ekstrak kulit nanas 25 %	84,37	84,32	84,28	84,39a
Rerata (%)	83,91a	83,87a	83,85a	(-)

Keterangan:

- Angka yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji F $\alpha = 5\%$.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan tidak adanya interaksi antara ekstrak kulit nanas dan lama fermentasi (lampiran 1d), namun ada beda nyata pada perlakuan penambahan konsentrasi ekstrak kulit nanas. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tepung MOCAF dengan konsentrasi ekstrak kulit nanas 25% memiliki kadar pati tertinggi yaitu sebesar 84,39%. Artinya, semakin tinggi konsentrasi ekstrak kulit nanas yang diberikan mampu meningkatkan kadar pati pada tepung MOCAF. Hal tersebut diduga karena dengan penambahan ekstrak kulit nanas akan membantu mempercepat pengoptimalan pH *L. plantarum* selama proses fermentasi. Akan tetapi, hasil analisis menunjukkan tidak adanya beda nyata antara lama fermentasi terhadap kadar pati tepung MOCAF hasil modifikasi. Namun, fermentasi selama 72 jam memberikan kadar pati cenderung lebih tinggi yaitu sebesar 83,91%. Hal ini diduga karena dengan varietas singkong yang sama serta lama fermentasi yang sama, sehingga kandungan pati pada tepung MOCAF yang dihasilkan tidak memiliki perbedaan yang nyata. Perubahan kadar pati pada tepung MOCAF dapat dilihat pada gambar 2



Gambar 2. Perubahan kadar pati tepung *MOCAF*

Keterangan:

N0= tanpa ekstrak kulit nanas

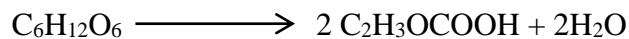
N1= ekstrak kulit nanas 15%

N2= ekstrak kulit nanas 20%

N3= ekstrak kulit nanas 25%

Fermentasi akan mempengaruhi aktivitas respirasi glukosa yang dilakukan oleh *L. plantarum* dengan hasil akhir asam laktat. Semakin tinggi ekstrak kulit nanas, maka pH fermentasi akan semakin optimal sehingga substrat berupa gula sederhana dan gula kompleks yang terkandung dalam singkong sangat mudah terhidrolisis secara enzimatik oleh *L. plantarum*. Gula tersebut meliputi monosakarida dan oligosakarida, kecuali sukrosa (Yona, dkk. 2004). Monosakarida berupa glukosa dan fruktosa jumlahnya sangat sedikit di alam (Sudarmadji, 2007). Untuk memenuhi kebutuhan energi dari gula sederhana berupa glukosa dan fruktosa diperoleh dari hidrolisis oligosakarida dan polisakarida yaitu berupa pati. Pada hidrolisis pati, enzim yang berperan adalah α -amilase yang bekerja memutuskan ikatan dengan konfigurasi α pada pati (amilosa). Dari pati akan dihasilkan glukosa dan dengan adanya aktivitas amilolitik dari *L. plantarum* akan mampu menghasilkan glukosa yang lebih

banyak, selanjutnya glukosa akan diubah menjadi piruvat dengan membebaskan molekul air. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut



Pada gambar 7 menunjukkan bahwa selama proses fermentasi, kadar pati pada tepung MOCAF mengalami penurunan. Hal ini dapat dilihat bahwa pada fermentasi selama 72 jam memberikan kadar pati lebih tinggi yang kemudian mengalami penurunan pada waktu 120 hingga 168 jam. Oleh karena itu, fermentasi selama 72 jam dianggap lebih efisien untuk mempersingkat waktu dalam fermentasi dibandingkan fermentasi selama 120 dan 168 jam.

Terjadinya penurunan kadar pati selama proses fermentasi karena bahan organik (pati) digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi untuk pertumbuhan mikroorganisme (Ardhana, 1982). Perubahan kimiawi yang dialami pati singkong selama proses fermentasi yang dilakukan oleh *L. plantarum* bertujuan untuk mendapatkan energi dengan hasil akhir asam laktat. Menurut (Ginandjar 1977), bahwa bahan organik yang diuraikan oleh mikroorganisme disebabkan oleh bekerjanya enzim amilase dan lipase yang bekerja dalam pemecahan amilum dan lemak dari substrat sehingga kandungan bahan organik selama fermentasi mengalami penurunan. Menurut Buckle, dkk (1987) bahwa selama proses fermentasi pati dihidrolisis menjadi gula sederhana sehingga kadar gula reduksi menjadi meningkat. Fermentasi menyebabkan pati lebih mudah dihidrolisis sehingga gula reduksi akan meningkat akibatnya daya cerna juga meningkat.

3. Analisis Kadar Serat

Serat kasar adalah bagian dari karbohidrat yang telah dipisahkan terutama terdiri dari pati. Serat kasar didefinisikan sebagai bahan yang masih tertinggal setelah bahan pakan di rebus dengan asam dan basa. Serat kasar mengandung fraksi-fraksi selulosa, hemisellulosa dan lignin dan dapat dikatakan sebagai fraksi penyusun dinding sel tanaman. Serat kasar yang dimaksud disini adalah karbohidrat yang tidak dapat dicerna dalam organ manusia atau binatang non-ruminansia, yang terdiri dari senyawa selulosa dan lignin. Serat kasar ditentukan sebagai bahan yang tidak larut dalam alkali dan asam encer pada kondisi spesifik (Sudarmadji, 2007). Pengujian kadar serat bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan dengan penambahan konsentrasi ekstrak kulit nanas dan lama fermentasi terhadap kadar serat pada tepung MOCAF. Hasil analisis kadar serat pada tepung MOCAF setelah fermentasi disajikan pada tabel 7

Tabel 4. Rerata kadar serat hasil fermentasi tepung MOCAF (%)

Perlakuan	Lama Fermentasi			Rerata (%)
	72 jam	120 jam	168 jam	
Ekstrak Kulit Nanas				
Tanpa ekstrak kulit nanas	1,4	1,4	1,2	1,33c
Ekstrak kulit nanas 15%	1,6	1,4	1,4	1,47c
Ekstrak kulit nanas 20%	2,27	2,2	2	2,15b
Ekstrak kulit nanas 25 %	2,67	2,53	2,4	2,53a
Rerata (%)	1,98a	1,88ab	1,75b	(-)

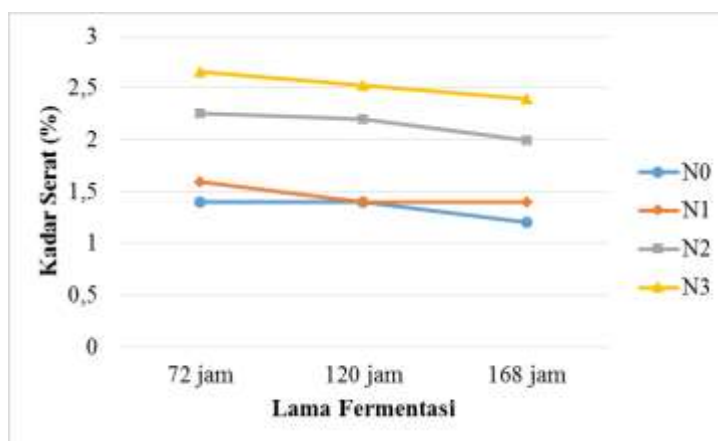
Keterangan:

- Angka yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji F $\alpha = 5\%$.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan tidak adanya interaksi antara jumlah konsentrasi ekstrak kulit nanas dan lama fermentasi (lampiran 1e), namun ada beda nyata antara perlakuan jumlah konsentrasi ekstrak kulit nanas dan lama fermentasi. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tepung MOCAF dengan

penambahan konsentrasi ekstrak kulit nanas 25% memiliki kadar serat tertinggi yaitu sebesar 2,53%. Artinya, semakin tinggi konsentrasi ekstrak kulit nanas yang diberikan mampu meningkatkan kadar serat pada tepung MOCAF. Hal ini menyebabkan kadar serat tepung MOCAF dengan penambahan ekstrak kulit nanas lebih tinggi daripada kadar serat pada tepung MOCAF tanpa penambahan ekstrak kulit nanas.

Peningkatan kadar serat pada tepung MOCAF dengan penambahan ekstrak kulit nanas diduga karena penambahan serat dari kulit nanas itu sendiri yaitu sebesar 17,53%. Lama fermentasi pada pembuatan tepung MOCAF juga memberikan hasil yang berbeda nyata antar perlakuan. Fermentasi selama 72 jam menunjukkan presentase kadar serat tertinggi yaitu sebesar 1,98%. Perubahan kadar serat dapat dilihat pada gambar 3



Gambar 3. Perubahan kadar serat tepung *MOCAF*

Keterangan:

N0= tanpa ekstrak kulit nanas

N1= ekstrak kulit nanas 15%

N2= ekstrak kulit nanas 20%

N3= ekstrak kulit nanas 25%

Penurunan kandungan serat kasar disebabkan lisisnya ikatan lignoselulosa dan lignohemiselulosa karena terdapat bakteri *Actinobacillus sp.* ML-08 yang merupakan bakteri selulolitik. Bakteri ini mampu mendegradasi selulosa secara enzimatis. Proses degradasi secara enzimatis terjadi dengan adanya enzim selulase. Enzim selulase dihasilkan oleh bakteri yang bersifat selulolitik (Mc Donald et al., 1995). Enzim selulase yang dihasilkan oleh bakteri selulolitik merupakan suatu kelompok enzim yang bekerja bertahap atau bersama-sama menguraikan selulosa menjadi glukosa. Berdasarkan gambar 8 menunjukkan bahwa kadar serat tepung MOCAF selama proses fermentasi menunjukkan perubahan yang sama pada setiap perlakuan, yaitu terjadinya penurunan kadar serat. Hal ini diduga karena aktivitas metabolisme yang dilakukan oleh *L. plantarum* selama proses fermentasi. Kadar serat tertinggi pada masing-masing perlakuan terjadi pada fermentasi selama 72 jam kemudian terjadi penurunan pada fermentasi 120 dan 168 jam. Hal ini menunjukkan pada fermentasi 72 jam *L. plantarum* mengalami fase eksponensial, lalu memasuki fase kematian pada rentang waktu 120 – 168 jam. Hal ini sesuai dengan penelitian Nur Aini *et al* (2009) yang menyatakan bahwa selama proses fermentasi, kadar serat yang dihasilkan akan mengalami penurunan karena sebagian serat larut mengalami *leaching* dalam air perendam.

Serat kasar sangat penting dalam penilaian kualitas bahan makanan karena kadar serat termasuk indeks dalam menentukan gizi bahan makanan (Sudarmadji, 2007). Menurut Winarno (2004), serat dalam bahan pangan tidak dicerna oleh tubuh tetapi mempunyai sifat positif bagi gizi dan metabolisme serta dapat

mencegah berbagai macam penyakit seperti jantung coroner, sembelit, diare, wasir, dan kanker usus besar.

4. Analisis Kadar Protein

Protein merupakan suatu zat makan yang amat penting bagi tubuh, karena zat ini disamping berfungsi sebagai bahan bakar dalam tubuh juga berfungsi sebagai zat pembangun dan pengatur. Protein adalah sumber asam-asam amino yang mengandung unsur-unsur C, H, O, dan N yang tidak dimiliki oleh lemak atau karbohidrat. Molekul protein mengandung pula fosfor, belerang, dan ada jenis protein yang mengandung unsur logam seperti besi dan tembaga. Fungsi utama protein bagi tubuh adalah untuk membentuk jaringan baru dan mempertahankan jaringan yang telah ada (Winarno, 2004). Hasil analisis kadar protein pada tepung MOCAF setelah fermentasi disajikan pada tabel 8

Tabel 5. Rerata kadar protein hasil fermentasi tepung MOCAF (%)

Perlakuan	Lama Fermentasi			Rerata (%)
	72 jam	120 jam	168 jam	
Ekstrak Kulit Nanas	72 jam	120 jam	168 jam	
Tanpa ekstrak kulit nanas	1,63	1,63	1,4	1,56b
Ekstrak kulit nanas 15%	1,87	1,86	1,63	1,79b
Ekstrak kulit nanas 20%	2,1	1,87	1,86	1,94ab
Ekstrak kulit nanas 25 %	2,33	2,33	2,1	2,26a
Rerata (%)	1,98a	1,87a	1,80a	(-)

Keterangan:

- Angka yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji F $\alpha = 5\%$.

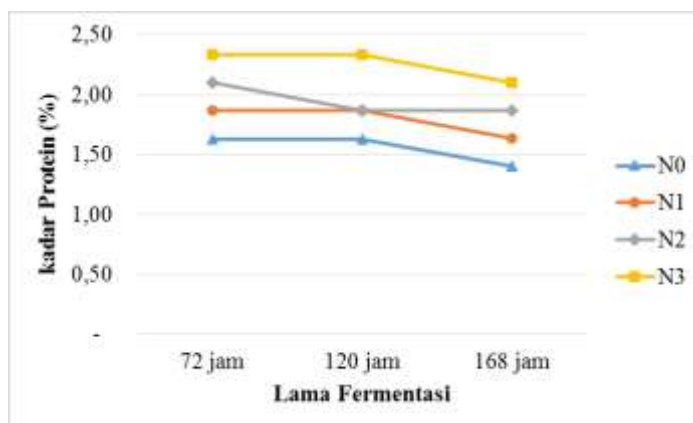
Analisis kadar protein dalam penelitian ini berfungsi untuk mengetahui pengaruh jumlah konsentrasi ekstrak kulit nanas dan lama fermentasi pada kadar protein tepung MOCAF. Protein terbesar yang terkandung dalam singkong diduga merupakan kelompok protein kompleks glikoprotein dan lipoprotein, yaitu protein yang terkandung dalam polisakarida dan lipida.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan tidak adanya interaksi antara jumlah konsentrasi ekstrak kulit nanas dan lama fermentasi terhadap kandungan protein pada tepung MOCAF (lampiran 1b), namun ada beda nyata antara perlakuan jumlah konsentrasi ekstrak kulit nanas. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa dengan penambahan ekstrak kulit nanas 25% memberikan kadar protein tertinggi yaitu sebesar 2,26%. Artinya, semakin tinggi konsentrasi ekstrak kulit nanas yang diberikan mampu meningkatkan kadar protein pada tepung MOCAF. Hal ini menyebabkan kadar protein tepung MOCAF dengan penambahan ekstrak kulit nanas lebih tinggi daripada kadar protein pada tepung MOCAF tanpa penambahan ekstrak kulit nanas.

Peningkatan kadar protein pada tepung MOCAF dengan penambahan ekstrak kulit nanas diduga karena adanya enzim bromelin pada kulit nanas yang berfungsi untuk mengkatalis protein dalam tepung MOCAF. Proses kerja enzim bromelin adalah memecah protein menjadi asam amino. Menurut Hadiwiyoto (1993) kandungan enzim bromelin pada nanas dapat mengkatalis protein. Sesuai dengan pendapat Chairunisa (1985) bahwa enzim protein merupakan enzim proteolitik yang dapat mengkatalis ikatan peptida dari suatu rantai polipeptida. Enzim bromelin dapat menjadi biokatalisator yang mempercepat reaksi-reaksi kimia. Reaksi enzim sebagai Katalisator diperkuat oleh Winarno (1985) bahwa enzim adalah suatu biokatalisator yang dihasilkan oleh jaringan dan bekerja mempercepat reaksi-reaksi yang berlangsung.

Lama fermentasi tidak berpengaruh terhadap kadar protein tepung MOCAF. Hasil analisis menunjukkan tidak ada beda nyata pada perbedaan lama fermentasi

selama 72, 120, dan 168 jam. Namun, fermentasi selama 72 jam memberikan presentase kadar protein tertinggi yaitu sebesar 1,98%. Perubahan kadar protein selama fermentasi dapat dilihat pada gambar 4



Gambar 4. Perubahan jumlah kadar protein tepung *MOCAF*

Keterangan:

N0= tanpa ekstrak kulit nanas

N1= ekstrak kulit nanas 15%

N2= ekstrak kulit nanas 20%

N3= ekstrak kulit nanas 25%

Berdasarkan gambar 4 menunjukkan bahwa selama proses fermentasi menunjukkan perubahan yang sama pada setiap perlakuan, yaitu terjadi penurunan kadar protein pada fermentasi 120 jam dan pada akhir fermentasi 168 jam. Hal ini diduga karena aktivitas metabolisme yang dilakukan oleh *L. plantarum* meskipun kadar protein yang diperoleh tidak berbeda nyata. Selama proses fermentasi, *Lactobacillus plantarum* menghasilkan enzim protease. Protease menyebabkan protein kompleks mengalami proteolisis, yaitu pecah menjadi fraksi-fraksi peptida yang lebih pendek dan asam-asam amino sehingga meningkatkan kadar protein terlarut. Kadar protein tertinggi pada masing-masing perlakuan terjadi pada fermentasi 72 jam, kemudian terjadi penurunan pada fermentasi 120 dan 168 jam fermentasi. Hal ini menunjukkan bahwa dengan penambahan ekstrak kulit nanas

dan fermentasi selama 72 jam, mampu mempercepat *L. plantarum* dalam mengalami fase eksponensial, dimana *L. plantarum* merombak gula menjadi asam organik dan membebaskan senyawa protein selama fermentasi. Fermentasi juga mengakibatkan terjadinya hidrasi, sehingga beberapa protein yang bersifat larut air mengalami *leaching* dan terbuang dalam air perendam. Hal ini mengakibatkan menurunnya kadar protein tepung MOCAF yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Perez et al., (2003) bahwa padatan air perendam mengandung 45 sampai 50 persen total protein yang berada dalam bentuk asam amino, sehingga terjadi penurunan kadar protein pada saat fermentasi ditingkatkan dari 8 jam menjadi 16 jam. Setyo, dkk (2012) mengungkapkan selama fermentasi bakteri asam laktat *L. plantarum* menghasilkan enzim proteinase yang kemudian dihidrolisis menjadi peptide yang sederhana. Terlebih karena adanya penambahan nutrisi dari ekstrak kulit nanas yang membantu menyediakan nutrisi dan mendukung menciptakan kondisi asam pada media selama fermentasi, sehingga perombakan yang dilakukan *L. plantarum* mengalami pertumbuhan maksimal pada fermentasi 72 jam dan mulai mengalami fase kematian pada rentang waktu 120-168 jam.

Kadar protein tepung MOCAF selama proses fermentasi dengan bantuan *L. plantarum* memiliki kadar protein tinggi yaitu sebesar 2,33%. Hal ini disebabkan karena peran *L. plantarum* yang mampu menguraikan protein menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga kadar protein pada tepung MOCAF mengalami peningkatan. Terlebih dengan adanya enzim bromelin yang terkandung dalam ekstrak kulit nanas yang ditambahkan dalam media fermentasi. *Lactobacillus*

plantarum sangat berperan dalam peningkatan protein karena selama proses fermentasi, *L. plantarum* menghasilkan enzim protease yang kemudian mampu dalam meningkatkan kandungan protein yang terkandung. Hal ini berbeda dengan kandungan protein pada tepung tapioka. Berdasarkan SNI, kandungan protein pada tepung tapioka berkisar 0,5-0,7%. Tepung MOCAF memiliki kandungan protein lebih tinggi dari tepung tapioka karena tidak terlepas dari adanya proses fermentasi. Fermentasi mampu mempengaruhi karakteristik tepung MOCAF, terlebih dengan penambahan *L. plantarum* selama proses fermentasi memberikan kadar protein yang lebih tinggi dibandingkan tepung tapioka. Hal ini senada dengan penelitian Jeffry, dkk (2014) menunjukkan bahwa kadar produksi tepung mocaf menghasilkan hasil yang terbaik dengan fermentasi selama 72 jam dengan *Lactobacillus plantarum*.

5. Analisis Kadar HCN

Glikosida sianogenik merupakan senyawa yang terdapat dalam bahan makanan nabati dan secara potensial sangat beracun. Arum (2011) menyatakan bahwa pada ubi, glikosida sianogenik diberi nama linamirin. Zat glikosida ini diberi nama linamirin yang berasal dari aseton sianidrin yang bila dihidrolisis akan terurai menjadi glukosa, aseton, dan HCN. Menurut FAO, singkong dengan kadar 50 mg/kg masih aman untuk dikonsumsi manusia (Winarno, 2004). Hasil analisis kadar HCN pada tepung MOCAF setelah fermentasi disajikan pada tabel

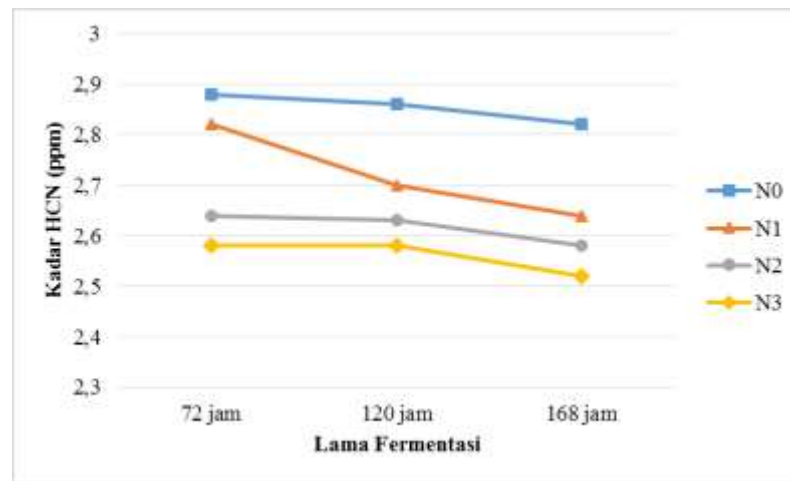
Tabel 6. Rerata kadar HCN hasil fermentasi tepung MOCAF (ppm)

Perlakuan	Lama Fermentasi			Rerata (ppm)
	72 jam	120 jam	168 jam	
Ekstrak Kulit Nanas				
Tanpa ekstrak kulit nanas	2,88	2,87	2,82	2,86a
Ekstrak kulit nanas 15%	2,82	2,7	2,64	2,72ab
Ekstrak kulit nanas 20%	2,64	2,63	2,58	2,61b
Ekstrak kulit nanas 25 %	2,58	2,58	2,52	2,56b
Rerata (ppm)	2,73a	2,69a	2,64a	(-)

Keterangan:

- Angka yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji F $\alpha = 5\%$.

Analisis asam sianida (HCN) bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan ekstrak kulit nanas dan lama fermentasi terhadap kandungan HCN pada tepung MOCAF. Hasil analisis sidik ragam dengan taraf kesalahan 5% (lampiran 1g) menunjukkan tidak adanya interaksi antara konsentrasi ekstrak kulit nanas dan lama fermentasi, namun konsentrasi ekstrak kulit nanas berbeda nyata dengan kandungan hasil HCN pada tepung MOCAF. Pada tabel 7 menunjukkan, konsentrasi ekstrak kulit nanas 25% memberikan kadar HCN terendah yaitu sebesar 2,56 ppm. Hal ini menunjukkan dengan penambahan ekstrak kulit nanas mampu menghasilkan kandungan HCN pada kisaran konsentrasi yang berbeda. Akan tetapi, hasil analisis menunjukkan tidak ada beda nyata antara lama fermentasi terhadap kadar HCN pada tepung MOCAF. Namun, fermentasi selama 168 jam memberikan hasil kadar HCN pada tepung MOCAF modifikasi paling rendah, yaitu sebesar 2,64 ppm. Perubahan kadar HCN pada tepung MOCAF selama fermentasi dapat dilihat pada gambar 5



Gambar 5. Perubahan kadar HCN tepung *MOCAF*

Keterangan:

N0= tanpa ekstrak kulit nanas

N1= ekstrak kulit nanas 15%

N2= ekstrak kulit nanas 20%

N3= ekstrak kulit nanas 25%

Pada gambar 10 menunjukkan penurunan kadar HCN berkorelasi negatif dengan konsentrasi ekstrak kulit nanas. Semakin tinggi ekstrak kulit nanas yang diberikan, maka semakin rendah pula kadar HCN yang dihasilkan, begitu pula sebaliknya. Hal ini diduga karena adanya enzim bromelin yang terdapat pada kulit nanas. Enzim bromelin yang terkandung dalam kulit nanas mempengaruhi proses hidrolisis glikosida sianogenetik dan merusak aktivitas enzim linamarase yang terkandung pada singkong sehingga pemecahan linamarin semakin sedikit. Adamafo *et al* (2010) menyebutkan bahwa dalam fermentasi, enzim bromelin bertujuan untuk inaktivasi enzim linamarase sehingga tidak bisa mengkatalisis HCN. Penurunan kadar HCN yang terjadi juga disebabkan karena mikroorganisme mampu memecah sianogenik dan glikosida dan produk turunannya. Pada singkong, linamarase terletak pada dinding sel tanaman. Ketika jaringan tanaman dirusak atau dicacah, linamarase akan terekspos dengan

linamarin dan lotaustralin sehingga melepaskan senyawa *cyanide*. Enzim linamarase akan mengkonversi senyawa yang mengandung *cyanide* menjadi *acetone cyanohydrins*, yang secara spontan akan terdekomposisi menjadi *hydrogen cyanide* (HCN). Selanjutnya HCN akan larut dalam air atau dilepaskan ke udara. Adamafio *et al* (2010) menyebutkan proses fermentasi sangat baik digunakan sebagai upaya untuk menurunkan kandungan asam sianida terlebih dengan memanfaatkan jasa mikroorganisme seperti *Aspergillus niger*, *Lactobacillus plantarum*, dan *Saccharomyces cerevisiae*. Dengan adanya proses fermentasi perendaman air dengan penambahan konsentrasi ekstrak kulit nanas menyebabkan jumlah HCN yang dibebaskan semakin banyak. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Setyo dkk. (2012) menunjukkan bahwa tepung MOCAF dengan kandungan HCN terbaik sebesar 1,8 mg/kg. dihasilkan pada waktu fermentasi 120 jam dengan menggunakan *Lactobacillus plantarum*.

Selama proses fermentasi pada pembuatan tepung MOCAF, kadar HCN yang dihasilkan mengalami penurunan. Akan tetapi, fermentasi selama 72, 120, dan 168 jam tidak memiliki pengaruh yang nyata terhadap kadar HCN yang dihasilkan. Hal ini diduga selama proses fermentasi, kadar HCN terhidrolisis oleh air karena kadar HCN mudah larut dalam air. Hal ini berarti, semakin lama proses fermentasi menunjukkan penurunan kadar asam sianida karena terjadi inaktivasi enzim linamarase yang terdapat pada singkong sehingga asam sianida yang dihasilkan semakin sedikit. Hal ini sesuai dengan pernyataan Andi (2012) bahwa secara umum perlakuan fermentasi dapat menurunkan kadar HCN.

Tinggi rendahnya kandungan HCN pada singkong setelah fermentasi dan penepungan dipengaruhi oleh cara pembuatan tepung MOCAF itu sendiri (Arum, 2011). Pada penelitian ini, pembuatan tepung MOCAF dibuat dengan tahapan pengupasan, pencucian, pemotongan dengan ukuran kecil, fermentasi, pengeringan, dan penepungan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Perera dalam Stephanie (2013) yang menyatakan bahwa cara yang dilakukan untuk menghilangkan asam sianida dengan pencucian, pemanasan dan pengeringan dengan sinar matahari. Sedangkan menurut Syarief dan Anies (1989) mengurangi kadar hidrogen sianida dapat dilakukan dengan perendaman dan pencucian pada air yang mengalir. Perendaman singkong pada air menyebabkan HCN akan keluar ke permukaan irisan dan larut dalam air perendam karena HCN mudah larut dalam air.

Fermentasi selama 72 jam dianggap lebih efisien untuk dilakukan dibandingkan fermentasi selama 120 dan 168 jam karena mampu mempersingkat waktu dalam proses fermentasi. Tepung MOCAF hasil penelitian ini menunjukkan kandungan HCN sudah sesuai standar mutu menurut SNI 7622-2011 yaitu mengandung HCN maksimal 10 ppm dengan kadar HCN tertinggi yang diperoleh sebesar 2,8 ppm. Sehingga, tepung MOCAF hasil penelitian ini aman untuk dikonsumsi.

6. Analisis Kadar Lemak

Lemak atau lipid didefinisikan sebagai senyawa organik yang terdapat dalam alam serta tak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik non polar seperti suatu hidrokarbon atau dietil eter. Lemak merupakan bahan pada suhu kamar,

diantaranya disebabkan kandungannya yang tinggi akan asam lemak jenuh yang secara kimia tidak mengandung ikatan rangkap, sehingga mempunyai titik lebur dan titik didih yang tinggi. Pengujian kadar lemak bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap kadar lemak tepung MOCAF yang dihasilkan dengan penambahan konsentrasi ekstrak kulit nanas dan lama fermentasi. Hasil analisis kadar lemak pada tepung MOCAF setelah fermentasi disajikan pada tabel 10

Tabel 7. Rerata kadar lemak hasil fermentasi tepung MOCAF (%)

Perlakuan	Lama Fermentasi			Rerata (%)
	72 jam	120 jam	168 jam	
Ekstrak Kulit Nanas				
Tanpa ekstrak kulit nanas	0,16	0,16	0,16	0,16a
Ekstrak kulit nanas 15%	0,15	0,15	0,15	0,15a
Ekstrak kulit nanas 20%	0,15	0,15	0,15	0,15a
Ekstrak kulit nanas 25 %	0,15	0,15	0,15	0,15a
Rerata (%)	0,15a	0,15a	0,15a	(-)

Keterangan:

- Angka yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji F $\alpha = 5\%$.

Hasil penelitian menunjukkan tidak terdapat interaksi antara konsentrasi ekstrak kulit nanas dan lama fermentasi (tabel 9). Hasil analisis sidik ragam uji kadar lemak dengan taraf kesalahan 5% (lampiran 1f) menunjukkan tidak terdapat pengaruh yang signifikan terhadap kadar lemak pada masing-masing perlakuan. Kadar lemak yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 0,15 - 0,16 %. Hal ini menunjukkan pemberian nutrisi ekstrak kulit nanas dan lama fermentasi tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar lemak yang terkandung. Hal ini diduga *L. plantarum* tidak memiliki enzim yang mampu menguraikan lemak yang terkandung pada tepung MOCAF. Perubahan kadar lemak pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada gambar 6



Gambar 6. Perubahan kadar lemak tepung *MOCAF*

Keterangan:

N0= tanpa ekstrak kulit nanas

N1= ekstrak kulit nanas 15%

N2= ekstrak kulit nanas 20%

N3= ekstrak kulit nanas 25%

Kadar lemak tepung *MOCAF* selama fermentasi menunjukkan tidak ada perubahan pada setiap perlakuan. Hal ini diduga dengan penambahan ekstrak kulit nanas dan lama fermentasi tidak memberikan interaksi terhadap perubahan kadar lemak. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nur Aini *et al* (2009) bahwa fermentasi sampai 36 jam cenderung tidak mengubah kadar lemak yang dihasilkan. Kadar lemak yang dihasilkan pada tepung *MOCAF* tidak berpengaruh terhadap lamanya waktu fermentasi. Akan tetapi, kadar lemak pada tepung *MOCAF* dipengaruhi oleh mikroorganisme yang dapat memproduksi minyak mikroba selama proses fermentasi. Mikroorganisme inilah yang disebut spesies berminyak meskipun kadar lemak yang diperoleh tidak berbeda nyata. Bila dibandingkan dengan standar mutu tepung *MOCAF* menurut SNI, tepung *MOCAF* yang dihasilkan dengan penambahan ekstrak kulit nanas dan lama fermentasi sudah sesuai dengan standar mutu, yaitu berkisar 0,1 – 0,3%.

7. Analisis Kadar Abu

Abu adalah zat anorganik sisa hasil pembakaran suatu bahan organik. Kadar abu ada hubungannya dengan mineral suatu bahan. Kadar abu menggambarkan mineral dari sampel bahan makanan. Kadar abu merupakan material-material yang tertinggal bila bahan makanan dipijarkan dan dibakar pada suhu 500-600°C. Semua bahan organik akan terbakar sempurna menjadi air dan CO₂ serta NH₃. Sedangkan elemen-elemen yang tertinggal sebagai oksidanya. Penentuan kadar abu dilakukan dengan cara mengoksidasikan bahan pada suhu yang tinggi yaitu sekitar 500-600°C dan kemudian melakukan penimbangan zat yang tertinggal setelah proses pembakaran tersebut selesai (Sudarmadji, dkk. 2007). Hasil analisis kadar abu pada tepung MOCAF setelah analisis disajikan pada tabel 11

Tabel 8. Rerata kadar abu hasil fermentasi tepung MOCAF (%)

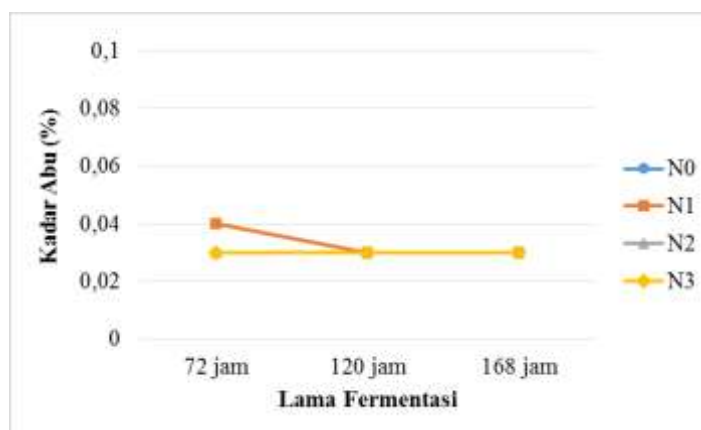
Perlakuan	Lama Fermentasi			Rerata (%)
	72 jam	120 jam	168 jam	
Ekstrak Kulit Nanas				
Tanpa ekstrak kulit nanas	0,03	0,03	0,03	0,03a
Ekstrak kulit nanas 15%	0,04	0,03	0,03	0,03a
Ekstrak kulit nanas 20%	0,03	0,03	0,03	0,03a
Ekstrak kulit nanas 25 %	0,03	0,03	0,03	0,03a
Rerata (%)	0,03a	0,03a	0,03a	(-)

Keterangan:

- Angka yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji F $\alpha = 5\%$.

Hasil penelitian menunjukkan tidak terdapat interaksi antara konsentrasi ekstrak kulit nanas dan lama fermentasi terhadap kadar abu pada tepung MOCAF modifikasi (tabel 9). Hasil analisis sidik ragam uji kadar abu dengan taraf kesalahan 5% (lampiran 1c) menunjukkan tidak terdapat pengaruh yang signifikan terhadap kadar abu pada masing-masing perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata kadar abu yang diperoleh dari masing-masing perlakuan berkisar antara

0,9-0,10% b/b. Hal tersebut diduga dengan penambahan konsentrasi ekstrak kulit nanas dan lama fermentasi tidak memberikan pengaruh pada perubahan kadar abu pada tepung MOCAF karena kadar abu tidak dipengaruhi oleh lamanya waktu fermentasi. Perbandingan kadar abu dapat dilihat pada gambar 7



Gambar 7. Perubahan jumlah kadar abu tepung *MOCAF*

Keterangan:

N0= tanpa ekstrak kulit nanas

N1= ekstrak kulit nanas 15%

N2= ekstrak kulit nanas 20%

N3= ekstrak kulit nanas 25%

Perubahan kadar abu pada tepung MOCAF diduga karena selama proses fermentasi yang dilakukan bakteri *L. plantarum* selain menghasilkan asam laktat juga menghidrolisis senyawa garam. Hal ini sesuai dengan pendapat Sahlin (1999) bahwa mineral pada bahan pangan semakin berkurang selama fermentasi. Penurunan mineral terjadi karena bakteri memanfaatkan mineral sebagai sumber nutrisinya, meskipun dalam jumlah sedikit. Selain itu, menurunnya kadar abu selama fermentasi diduga karena lepasnya mineral pada waktu perendaman, yaitu terjadi *leaching* sebagian mineral pada air perendam. Sahlin (1999) menyatakan bahwa fermentasi yang dilakukan dapat mengurangi kadar abu kecuali jika

ditambahkan garam saat proses fermentasi karena beberapa mineral dapat larut dalam air. Kadar abu yang dihasilkan pada masing-masing perlakuan menandakan banyaknya kandungan mineral yang ada dalam tepung. Bila dibandingkan dengan standar mutu tepung *MOCAF* menurut SNI, tepung *MOCAF* yang dihasilkan dengan penambahan ekstrak kulit nanas dan lama fermentasi sudah sesuai dengan standar mutu, yaitu maksimal 0,15% b/b.

8. Uji Organoleptik

a. Aroma/bau

Menurut De Mann (1989), dalam industri pangan pengujian aroma atau bau dianggap penting karena dapat memberikan hasil penilaian terhadap produk tentang diterima atau tidaknya produk tersebut oleh konsumen. Timbulnya aroma atau bau ini dikarenakan zat bau tersebut volatil (mudah menguap), sedikit larut air dan lemak. Aroma juga dipakai sebagai indikator terjadinya kerusakan produk, seperti tepung yang kurang kering menyebabkan aroma tepung menjadi apek.

Penilaian aroma berdasarkan aroma khas singkong yang terdapat pada tepung *MOCAF* yang dihasilkan, dengan skala tidak beraroma khas singkong sampai sangat beraroma khas singkong. Lalu hasil penilaian dimasukkan dalam rumus dan dinyatakan dalam persen (%). Semakin rendah nilai persen aroma yang diperoleh menyatakan tepung *MOCAF* tidak beraroma khas singkong.

Tabel 9. Uji Kualitatif Aroma Tepug *MOCAF*

Perlakuan	Nilai Aroma (%)	Aroma
N0A1	25	Tidak berbau
N1A1	25	Tidak berbau
N2A1	25	Tidak berbau
N3A1	25	Tidak berbau
N0A2	25	Tidak berbau
N1A2	25	Tidak berbau
N2A2	25	Tidak berbau
N3A2	50	Sedikit berbau
N0A3	25	Tidak berbau
N1A3	50	Sedikit berbau
N2A3	50	Sedikit berbau
N3A3	50	Sedikit berbau

Keterangan:

- N0A1= tanpa ekstrak kulit nanas + fermentasi 72 jam
- N1A1= ekstrak kulit nanas 15% + fermentasi 72 jam
- N2A1= ekstrak kulit nanas 20% + fermentasi 72 jam
- N3A1= ekstrak kulit nanas 25% + fermentasi 72 jam
- N0A2= tanpa ekstrak kulit nanas + fermentasi 120 jam
- N1A2= ekstrak kulit nanas 15% + fermentasi 120 jam
- N2A2= ekstrak kulit nanas 20% + fermentasi 120 jam
- N3A2= ekstrak kulit nanas 25% + fermentasi 120 jam
- N0A3= tanpa ekstrak kulit nanas + fermentasi 168 jam
- N1A3= ekstrak kulit nanas 15% + fermentasi 168 jam
- N2A3= ekstrak kulit nanas 20% + fermentasi 168 jam
- N3A3= ekstrak kulit nanas 25% + fermentasi 168 jam

Berdasarkan hasil yang diperoleh, aroma tepung mocaf yang difermentasi menggunakan *L. plantarum* menghasilkan tepung *MOCAF* yang sudah memenuhi standar mutu SNI 7622-2011 yang ada yaitu tidak berbau dan tidak beraroma khas singkong. Aroma yang muncul selama proses pengamatan yaitu aroma khas asam laktat dan cenderung segar. Hal ini tidak terlepas selama proses fermentasi. Perubahan yang terjadi pada fermentasi menghasilkan *MOCAF* yang memiliki aroma yang lebih baik dari tepung singkong. Hal ini disebabkan oleh aktifitas *L. plantarum* yang tumbuh menghasilkan enzim yang dapat menghidrolisis pati menjadi glukosa dan selanjutnya terjadi fermentasi oleh *L. plantarum*

menghasilkan asam organik. Jenis asam yang dihasilkan antara lain asam butirat, asam asetat, asam propionat dan terutama asam laktat (Rascana dan Joko, 1987) sehingga terjadi perubahan karakteristik dari tepung yang dihasilkan.

b. Tekstur

Penilaian tekstur tepung MOCAF dilakukan dengan skala dari sangat halus sampai dengan sangat kasar. Kemudian hasil penilaian dimasukkan ke dalam rumus dan dinyatakan dalam persen (%). Semakin rendah nilai persen tekstur yang diperoleh menyatakan tepung *MOCAF* semakin halus. Data hasil perhitungan tekstur dapat dilihat pada tabel 13

Tabel 10. Uji Kualitatif Tekstur Tepung MOCAF

Perlakuan	Nilai Tekstur (%)	Tekstur
N0A1	50	Halus
N1A1	50	Halus
N2A1	50	Halus
N3A1	75	Halus
N0A2	50	Halus
N1A2	50	Halus
N2A2	50	Halus
N3A2	50	Halus
N0A3	75	Sedikit kasar
N1A3	50	Halus
N2A3	50	Halus
N3A3	50	Halus

Keterangan:

- N0A1= tanpa ekstrak kulit nanas + fermentasi 72 jam
- N1A1= ekstrak kulit nanas 15% + fermentasi 72 jam
- N2A1= ekstrak kulit nanas 20% + fermentasi 72 jam
- N3A1= ekstrak kulit nanas 25% + fermentasi 72 jam
- N0A2= tanpa ekstrak kulit nanas + fermentasi 120 jam
- N1A2= ekstrak kulit nanas 15% + fermentasi 120 jam
- N2A2= ekstrak kulit nanas 20% + fermentasi 120 jam
- N3A2= ekstrak kulit nanas 25% + fermentasi 120 jam
- N0A3= tanpa ekstrak kulit nanas + fermentasi 168 jam
- N1A3= ekstrak kulit nanas 15% + fermentasi 168 jam
- N2A3= ekstrak kulit nanas 20% + fermentasi 168 jam
- N3A3= ekstrak kulit nanas 25% + fermentasi 168 jam

Hasil pengamatan menunjukkan tepung *MOCAF* hasil fermentasi memiliki tekstur halus pada semua perlakuan. Tepung *MOCAF* sedikit lebih kasar, ditandai dengan ketika dilakukan perabaan dan pemilinan terdapat butiran yang tidak ikut terpin, sekalipun perbedaannya sedikit dengan tepung *MOCAF* hasil fermentasi yang menunjukkan kehalusan yang sedikit lebih halus. Hal tersebut diduga dengan dilakukan fermentasi terjadi perombakan substrat hidrat pada tepung *MOCAF* yang menyebabkan teksturnya menjadi lebih halus. Dini (2014) menyatakan bahwa fermentasi menyebabkan perubahan sifat bahan pakan termasuk tekstur sebagai akibat dari pemecahan kandungan bahan pangan oleh mikroorganisme yang berada di dalamnya. Proses fermentasi cenderung menyebabkan tekstur bahan menjadi lunak. Adanya aktivitas enzim akan memecah ikatan yang ada pada protein, lipid, maupun amilase. Terurainya komponen-komponen tersebut membuat tekstur menjadi lunak. Syarat mutu tepung *MOCAF* menurut SNI 7622-2011 bertekstur serbuk halus. Sehingga tepung *MOCAF* hasil fermentasi menggunakan konsentrasi ekstrak kulit nanas dan lama fermentasi pada penelitian ini sudah memenuhi standar mutu yang ditentukan.

c. Warna

Penilaian warna dilakukan dengan menggunakan *chromameter* yang kemudian dimasukkan ke dalam rumus. Semakin tinggi hasil yang diperoleh, maka warna tepung *MOCAF* akan semakin putih. Data hasil perhitungan warna dapat dilihat pada tabel 14

Tabel 11. Uji Warna Tepung MOCAF

Perlakuan	L	A	b	E	Warna
N0A1	62,42	-9,36	44,73	77,36	Putih
N1A1	62,4	-9,35	44,72	77,33	Putih
N2A1	62,39	-9,35	44,72	77,32	Putih
N3A1	62,39	-9,34	44,72	77,32	Putih
N0A2	61,33	-9,24	44,63	76,41	Putih
N1A2	61,32	-9,24	44,63	76,4	Putih
N2A2	61,32	-9,21	44,61	76,38	Putih
N3A2	59,85	-8,97	43,95	74,79	Kekuningan
N0A3	61,21	-9,14	44,72	76,35	Putih
N1A3	59,82	-8,96	43,93	74,75	Kekuningan
N2A3	59,82	-8,96	43,93	74,75	Kekuningan
N3A3	59,81	-8,94	43,9	74,72	Kekuningan

Keterangan:

- N0A1= tanpa ekstrak kulit nanas + fermentasi 72 jam
- N1A1= ekstrak kulit nanas 15% + fermentasi 72 jam
- N2A1= ekstrak kulit nanas 20% + fermentasi 72 jam
- N3A1= ekstrak kulit nanas 25% + fermentasi 72 jam
- N0A2= tanpa ekstrak kulit nanas + fermentasi 120 jam
- N1A2= ekstrak kulit nanas 15% + fermentasi 120 jam
- N2A2= ekstrak kulit nanas 20% + fermentasi 120 jam
- N3A2= ekstrak kulit nanas 25% + fermentasi 120 jam
- N0A3= tanpa ekstrak kulit nanas + fermentasi 168 jam
- N1A3= ekstrak kulit nanas 15% + fermentasi 168 jam
- N2A3= ekstrak kulit nanas 20% + fermentasi 168 jam
- N3A3= ekstrak kulit nanas 25% + fermentasi 168 jam

Hasil penelitian menunjukkan adanya perubahan warna pada tepung MOCAF selama fermentasi dengan menggunakan konsentrasi ekstrak kulit nanas. Semakin tinggi nilai warna yang diperoleh, menyatakan tepung MOCAF semakin putih. Warna putih pada tepung singkong diduga akibat perlakuan perendaman setelah singkong dikupas dapat mencegah terjadinya browning secara enzimatik pada singkong yang menyebabkan warna kekuningan pada tepung MOCAF.

Singkong mengandung enzim polifenolase yang terdapat di dalam lendir daging umbi kayu. Pengaruh aktivitas enzim *Polypenol Oxidase* (PPO), yang

dengan bantuan oksigen akan mengubah gugus *monophenol* menjadi O hidroksi phenol, yang selanjutnya diubah lagi menjadi O-kuinon. Gugus O-kuinon inilah yang membentuk warna coklat. Perubahan warna pada tepung MOCAF juga diduga karena semakin tinggi konsentrasi ekstrak kulit nanas yang diberikan dan semakin lamanya waktu fermentasi maka penyerapan pada chip singkong semakin meningkat. Seharusnya, fermentasi dengan perendaman diduga menyebabkan terurainya senyawa yang bertanggung jawab terhadap pencoklatan dan larut dalam air rendaman. Akan tetapi, dengan penambahan ekstrak kulit nanas menjadikan tepung MOCAF berubah menjadi warna kekuningan. Hal ini diduga kandungan yang terdapat di dalam kulit nanas apabila di rendam terlalu lama akan mempengaruhi warna dari tepung MOCAF tersebut.

Selain itu juga, selama proses pengeringan, singkong yang telah direndam menggunakan natrium bikarbonat akan kontak dengan udara yang mengakibatkan enzim tersebut bereaksi dengan oksigen sehingga warna tepung menjadi agak kekuningan. Fenol mudah hilang dalam air, akan tetapi selama proses fermentasi dengan ekstrak kulit nanas fenol pada singkong tidak seluruhnya hilang karena fenol memiliki kelarutan terbatas dalam air (Syafri, 2012). Syarat mutu tepung MOCAF menurut SNI 7622-2011 mengenai warna yaitu putih. Dengan demikian, tepung MOCAF hasil fermentasi perlakuan N0A1, N1A1, N2A1, N3A1, N0A2, N1A2, N2A2, dan N0A3 sudah memenuhi standar mutu yaitu memiliki warna putih.