

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada BAB IV ini akan dipaparkan mengenai deskripsi data dan analisis data. Data yang diperoleh meliputi data sifat kimia MOCAF dan organoleptik MOCAF.

A. Deskripsi Data

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil sifat kimia MOCAF dan kemudian di rata-rata. Rata-rata hasil pengujian sifat kimia MOCAF yang bervariasi berdasarkan lama fermentasi dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Sifat kimia MOCAF hasil penelitian

Sifat kimia (rata-rata)	Fermentasi hari ke-					Tepung singkong	Singkong
	3	4	5	6	7		
Air (%)	9.30	10.80	12.50	9.20	9.05	10.8	65.50
Abu (%)	2.35	2.95	2.75	2.45	2.35	3.00	3.05
Protein (%)	1.92	2.45	3.68	1.05	0.88	1.40	0.72
Lemak (%)	2.50	3.50	6.50	3.00	1.50	0.75	0.66
Karbohidra t (%)	83.92	80.30	74.58	84.3	86.2	84.05	25.71

Data lengkap uji kimia dapat dilihat pada lampiran 3. MOCAF juga diuji berdasarkan sifat organoleptiknya. Rata-rata hasil pengujian sifat organoleptik MOCAF yang bervariasi berdasarkan lama fermentasi dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Organoleptik MOCAF hasil penelitian

Organoleptik (rata-rata)	Fermentasi hari ke-					Tepung singkong
	3	4	5	6	7	
Warna	2.50	3.65	3.40	3.05	2.75	2.75
Tekstur	3.60	3.45	3.60	3.30	3.50	3.34
Aroma	3.20	3.15	2.35	3.10	2.90	2.80
Rasa	3.50	2.85	3.30	2.40	2.30	-

Data rata-rata sifat kimia dan organoleptik MOCAF di atas menunjukkan bahwa lama fermentasi dapat mempengaruhi sifat kimia dan organoleptik MOCAF. Data uji kimia dan organoleptik yang berbeda berdasarkan lama fermentasinya diuji lagi menggunakan Analisis Varian (ANOVA) satu jalan dengan taraf kepercayaan 95%.

B. Analisis Data

Data sifat kimia MOCAF pada tabel 4.1 dan organoleptiknya pada tabel 4.2 dianalisis menggunakan uji ANOVA satu jalan dengan taraf kepercayaan 95%. Uji ANOVA dilakukan untuk menguji ada tidaknya perbedaan yang signifikan pada sifat kimia dan organoleptik MOCAF hasil fermentasi 3 hari, 4 hari, 5 hari, 6 hari, dan 7 hari. Tabel uji ANOVA dapat dilihat pada lampiran 5.

Berdasarkan tabel uji ANOVA diketahui kadar protein memiliki nilai $F_{hitung}(30,21) > F_{tabel}(5,19)$, kadar lemak memiliki nilai $F_{hitung}(710) > F_{tabel}(5,19)$, dan kadar karbohidrat memiliki nilai $F_{hitung}(17,42) > F_{tabel}(5,19)$. Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada kadar protein, lemak, dan karbohidrat MOCAF yang difermentasi selama 3 hari, 4 hari, 5 hari, 6 hari, dan 7 hari. Uji ANOVA kadar air memiliki nilai $F_{hitung}(1,89) < F_{tabel}(5,19)$, dan kadar abu memiliki nilai $F_{hitung}(2,72) < F_{tabel}(5,19)$ yang berarti tidak terdapat perbedaan signifikan pada kadar air dan abu MOCAF yang difermentasi selama 3 hari, 4 hari, 5 hari, 6 hari, dan 7 hari.

Uji ANOVA pada organoleptik MOCAF menghasilkan kesimpulan tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada organoleptik (warna, aroma,

tekstur, rasa) MOCAF yang difermentasi selama 3 hari, 4 hari, 5 hari, 6 hari, dan 7 hari. Hal ini diketahui dari nilai F_{hitung} sifat organoleptik (warna, aroma, tekstur, rasa) MOCAF. Tekstur memiliki nilai $F_{hitung}(0,0013) < F_{tabel}(2,47)$, Aroma memiliki nilai $F_{hitung}(0,014) < F_{tabel}(2,47)$, Warna memiliki nilai $F_{hitung}(0,023) < F_{tabel}(2,47)$, rasa memiliki nilai $F_{hitung}(0,033) < F_{tabel}(2,47)$.

Hasil uji ANAVA Satu Jalan menunjukkan bahwa pemberian perlakuan fermentasi memberikan perbedaan yang signifikan pada kadar protein, lemak dan karbohidrat. Selanjutnya dilakukan uji jarak Duncan untuk kadar protein karena memiliki nilai KK 14,68% dan Uji BNJ untuk kadar lemak dan karbohidrat karena memiliki nilai KK berturut-turut adalah 2,9% dan 1,9%.

Uji jarak Duncan dilakukan untuk menguji adanya perbedaan kadar protein antar perlakuan. Uji BNJ dilakukan untuk menguji adanya perbedaan kadar lemak dan karbohidrat antar perlakuan Hasil uji tersebut disajikan dalam tabel 4.3.

4.3 Hasil uji jarak Duncan kadar protein dan uji BNJ kadar lemak dan karbohidrat.

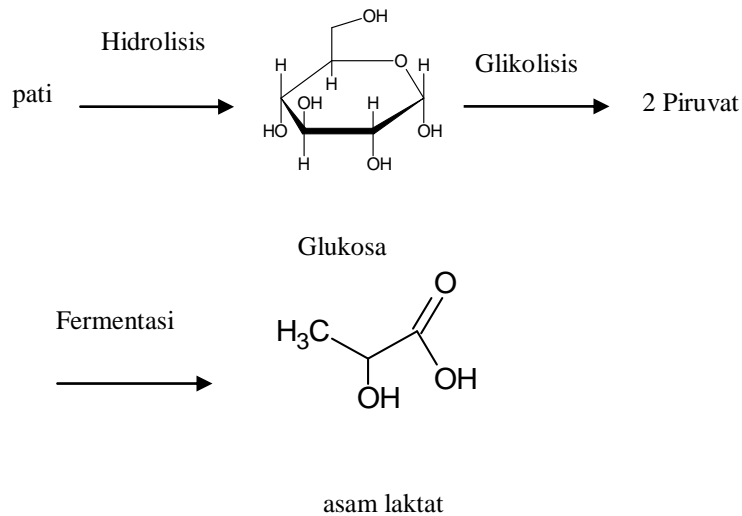
Perlakuan	Protein	Lemak	Karbohidrat
3 hari	1.92 bc	2,5 b	83,92 bc
4 hari	2.45 cd	3,5 d	80,3 ab
5 hari	3.68 d	6,5 e	74,58 a
6 hari	1.05 ab	3 c	84,3 bc
7 hari	0.88 a	1,5 a	86,22 bc

Keterangan : rerata yang diikuti huruf sama tidak memiliki perbedaan signifikan pada taraf signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$).

C. Pembahasan

1. Pengaruh Lama Fermentasi Substrat Padat Singkong terhadap MOCAF yang dihasilkan

Fermentasi menyebabkan perubahan fisik dan kimia MOCAF yang dihasilkan. Perubahan yang terjadi pada hasil fermentasi menghasilkan MOCAF yang memiliki aroma, warna, tekstur, dan rasa yang lebih baik dari tepung singkong. Hal ini disebabkan oleh aktifitas *Lactobacillus plantarum* yang tumbuh selama fermentasi menghasilkan enzim yang dapat menghidrolisis pati menjadi glukosa dan selanjutnya terjadi fermentasi oleh *Lactobacillus plantarum* menghasilkan asam organik, terutama asam laktat, sehingga terjadi perubahan karakteristik dari tepung yang dihasilkan.¹ Proses tersebut tertera dalam gambar 4.1.



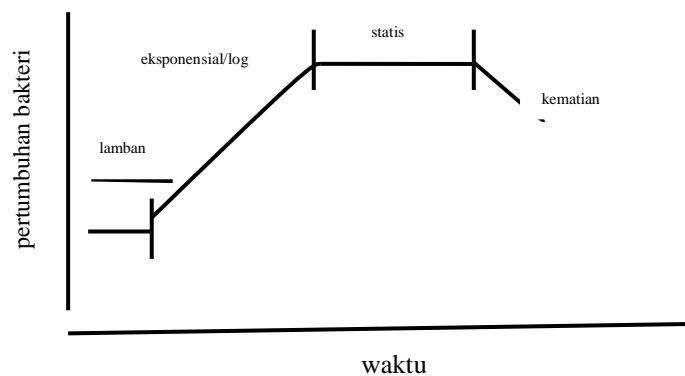
Gambar 4.1 Reaksi Fermentasi Substrat Padat Singkong²

Selain pengaruhnya terhadap MOCAF yang dihasilkan, fermentasi juga berpengaruh terhadap substrat singkong yang belum ditepungkan. Substrat memiliki kenampakan visual berupa warna konstan putih pada fermentasi 3 hari, 4 hari, dan 5 hari. Karakter ini menunjukkan perkembangan *Lactobacillus plantarum* pada fase pertumbuhan

¹Ahmad Subagio, "Produk Bakery dengan Tepung ...", hlm.26.

² Ted R. Johnson dan Christine L. Case, *Laboratory Experiment in Microbiology*, (United States of America: Pearson Education, 2013), hlm.115

dipercepat, kemudian pada hari ke-6 dan ke-7 warna substrat menjadi kuning kecoklatan seperti warna pada kontrol (tanpa perlakuan fermentasi). Hal tersebut terjadi karena *Lactobacillus plantarum* mengalami fase statis hingga kematian dipercepat. Berdasarkan pengamatan visual menunjukkan bahwa fermentasi 5 hari merupakan waktu optimal *Lactobacillus plantarum* menghidrolisis substrat. Fase pertumbuhan *Lactobacillus plantarum* mengikuti fase pertumbuhan log bakteri yang lain, seperti digambarkan di bawah ini.



Gambar 4.2. Fase pertumbuhan bakteri³

Suhu fermentasi juga mempengaruhi perubahan sifat kimia dan organoleptik MOCAF. Peter Sahlin mengungkapkan bahwa pada suhu 35⁰C produksi asam laktat semakin meningkat sebanding dengan lama waktu fermentasi. Suhu 35⁰C merupakan suhu optimal untuk *Lactobacillus plantarum* mengalami fase pertumbuhan dipercepat.⁴ Pendapat Sahlin didukung oleh Tandriyanto yang mengungkapkan bahwa *Lactobacillus plantarum* mengalami fase eksponensial pada suhu 37⁰C.⁵

MOCAF yang dihasilkan juga diuji cobakan dalam pembuatan cake. Hasil uji coba menunjukkan bahwa MOCAF yang telah dibuat dapat

³Oetami Dwi Hajoeningtjas, *Mikrobiologi Pertanian*, (Yogyakarta:Graha Ilmu, 2012), hlm.21.

⁴ Peter Sahlin, "Fermentation as a Method of Food Processing", *Licentiate thesis*, (Lund University, May 1999), hlm.42.

⁵ Jefri Tandriyanto, dkk., "Pengaruh Fermentasi pada Pembuatan Mocaf (Modified Cassava Flour) dengan Menggunakan *lactobacillus plantarum* terhadap Kandungan Protein",... hlm. F-144

digunakan sebagai bahan baku secara keseluruhan atau 100% dalam pembuatan cake seperti yang tertera pada gambar 4.4. Produk ini tidaklah sama persis dengan tepung terigu atau beras dari segi tekstur. Cake dari MOCAF kurang halus dan masih berat, namun aroma cake sudah dapat menutupi aroma singkong. Rasa cake dari MOCAF sedikit berasa asam karena selama proses fermentasi pH tepung semakin turun akibat adanya asam laktat, sehingga dalam aplikasinya pada cake diperlukan sedikit perubahan dalam variasi bahan tambahan alami dan proses pembuatannya. Misalnya jumlah penambahan air, dan minyak tidaklah sama dengan tepung terigu. Demikian pula cara membuat adonannya, lama menguleni lebih cenderung cepat kalis dibandingkan tepung terigu. Pada akhirnya produk yang dihasilkan dapat digunakan sebagai alternatif pengganti tepung terigu sebagai bahan baku cake.



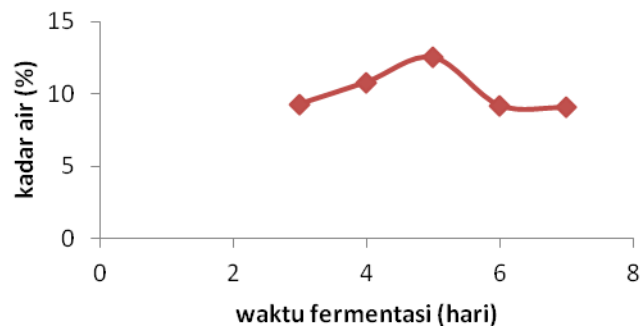
4.3. MOCAF (dokumentasi pribadi)



4.4. Cake MOCAF(dokumentasi pribadi)

2. Penentuan Lama Optimum Fermentasi Substrat Padat Singkong melalui Sifat Kimia MOCAF yang dihasilkan.
 - a. Kadar air MOCAF

Hasil Analisis kuantitatif yang dilakukan, diperoleh kadar air pada sampel MOCAF yang telah difermentasi selama 3 hari, 4 hari, 5 hari, 6 hari, dan 7 hari, ditunjukkan pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Grafik kadar air (%) MOCAF

Gambar 4.5 di atas menunjukkan bahwa fermentasi 3 hari sampai 5 hari kadar air semakin naik, 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.⁶ Air tersebut menjadi molekul bebas setelah terjadi degradasi pati oleh mikroba. Pada perlakuan fermentasi 6 hari dan 7 hari kadar air akan semakin berkurang karena air bebas yang dihasilkan akan menguap selama fermentasi.⁷ Kadar air MOCAF pada fermentasi 5 hari memiliki perbedaan nilai yang signifikan dari kadar air MOCAF pada fermentasi 4 hari, dikarenakan pengeringan yang kurang maksimal. Akan tetapi, kadar air pada lama fermentasi 5 hari (12,5) memenuhi standar SNI (max 13%).

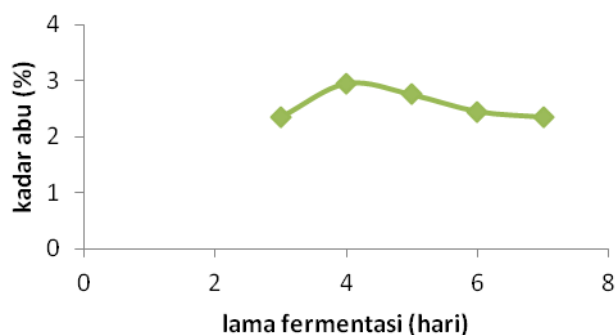
Perlakuan lama fermentasi substrat padat singkong berpengaruh pada kadar air MOCAF, kadar air MOCAF yaitu: 9,3%, 10,8%, 12,5%, 9,2%, 9,05%, lebih rendah Jika dibandingkan dengan

⁶Nur Aini, *Teknologi fermentasi pada tepung jagung*, (Yogyakarta: Graha Ilmu, 2013), hlm.33.

tepung singkong (10,8) dan SNI Tepung MOCAF yaitu 13%.⁸ Singkong fresh yang digunakan untuk penelitian ini mengandung kadar air 65,5%, nilai ini lebih besar dibandingkan dengan SNI singkong yaitu 62%.⁹ Dikarenakan pemanenan singkong dilakukan pada saat curah hujan cukup tinggi.

b. kadar abu

Hasil analisis kuantitatif terhadap kadar abu MOCAF menunjukkan bahwa kadar abu MOCAF lebih rendah dari pada kadar abu pada tepung singkong. Hal ini kemungkinan sebagai penyebab warna dari MOCAF lebih putih dari tepung singkong.¹⁰ Berdasarkan hasil uji anava kadar abu pada tepung MOCAF pada variabel 3 hari, 4hari, 5 hari, 6 hari, dan 7 hari tidak dihasilkan perbedaan nyata. Kadar abu disajikan pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Grafik kadar abu MOCAF (%)

Singkong *fresh* yang digunakan dalam pembuatan MOCAF memiliki kadar abu 3,05 %, tidak berbeda nyata setelah diolah menjadi tepung singkong menghasilkan kadar abu 3 %, sedangkan untuk lama fermentasi substrat padat singkong dapat mempengaruhi kadar abu MOCAF. Kadar abu turun setelah dilakukan fermentasi, dapat dilihat

⁸ Depkes R.I, *Daftar Komposisi Bahan Makanan*, (Jakarta: Bharatara Karya Aksara, 1996)

⁹ Badan Standarisasi Nasional, *Standar Nasional Indonesia_SNI 7622-2011* (Jakarta: BSN, 2011)

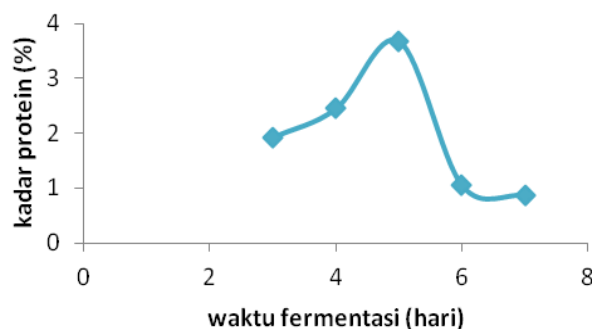
¹⁰ Emil Salim, *Mengolah Singkong Menjadi Tepung Mocaf...*, hlm.39.

pada gambar 4.6 penurunan terjadi setelah fermentasi 4 hari, hal ini sesuai dengan pendapat Sahlin bahwa mineral pada bahan pangan semakin berkurang selama fermentasi.¹¹ Penurunan mineral terjadi karena bakteri memanfaatkan mineral sebagai sumber nutrisinya, meskipun dalam jumlah sedikit.¹²

Fermentasi yang dilakukan dalam medium air dapat mengurangi kadar abu MOCAF secara signifikan kecuali jika ditambahkan garam saat proses fermentasi karena beberapa mineral dapat larut dalam air.¹³ Akan tetapi pada proses fermentasi medium padat kadar abu MOCAF cenderung konstan atau tidak berbeda nyata.

c. Kadar Protein

Penetapan kadar protein dalam bahan makanan umumnya dilakukan berdasarkan kadar N dalam bahan makanan. Penentuan kadar N dilakukan menggunakan metode Kjeldahl. Hasil analisa kadar protein MOCAF sebagai berikut.



Gambar 4.7 Grafik kadar protein MOCAF (%)

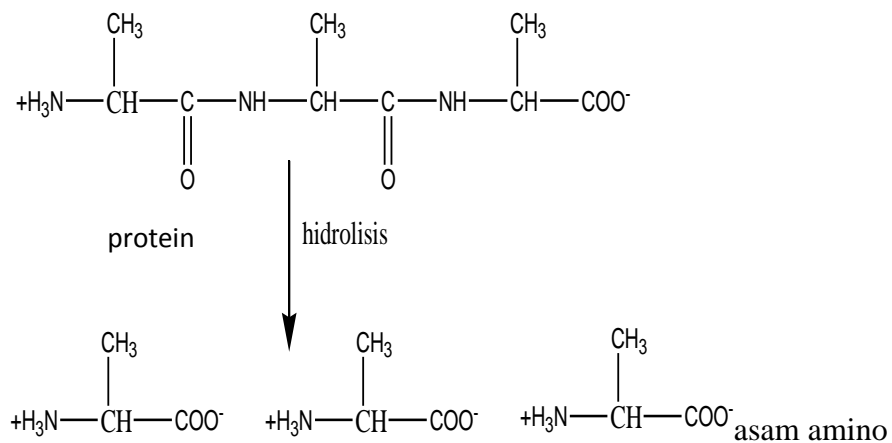
Gambar 4.7 menunjukkan bahwa lama fermentasi substrat padat singkong mempengaruhi kadar protein MOCAF dan dibuktikan berdasarkan hasil uji ANAVA yang menyatakan terdapat perbedaan yang signifikan pada kadar protein MOCAF. Waktu optimum

¹¹ Peter Sahlin, "Fermentation as a Method of Food...", hlm.15.

¹² Oetami Dwi Hajoeningtjas, *Mikrobiologi Pertanian...*, hlm.16.

¹³ Peter Sahlin, "Fermentation as a Method of Food...", hlm.15

fermentasi adalah 5 hari yaitu menghasilkan kadar protein paling tinggi yaitu 3,68%. Berdasarkan hasil uji jarak Duncan perlakuan fermentasi 5 hari berbeda nyata dengan perlakuan fermentasi 3 hari, 6 hari, dan 7 hari. Hal ini disebabkan karena selama fermentasi, bakteri *Lactobacillus plantarum* menghasilkan enzim *protease*. *Protease* menyebabkan protein kompleks mengalami *proteolisis*, yaitu pecah menjadi fraksi-fraksi peptida yang lebih pendek dan asam-asam amino yang tertera pada gambar 4.8, sehingga meningkatkan kadar protein terlarut.¹⁴ Fermentasi 5 hari merupakan waktu optimum untuk berkembangnya *Lactobacillus plantarum*.



Gambar 4.8 Proses hidrolisis protein enzim *protease*¹⁵

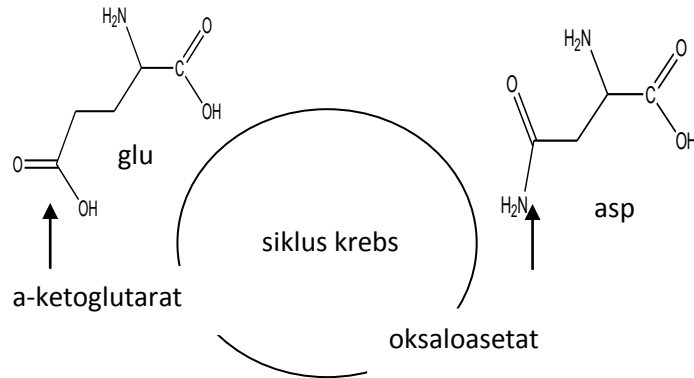
Peningkatan jumlah protein ini juga disebabkan oleh adanya penambahan jumlah mikroorganisme yang berperan sebagai *single cell protein* (SCP), yaitu protein yang didapat dari mikroorganisme.¹⁶ Gambar 4.9 menunjukkan bahwa mikroorganisme dapat mensintesis asam amino dari bahan-bahan dasar. Contoh pembentukan glutamat

¹⁴ Nur Aini, *Teknologi fermentasi pada tepung jagung...*, hlm.34.

¹⁵ Ted R. Johnson dan Christine L. Case, *Laboratory Experiment in Microbiology...*, hlm.123.

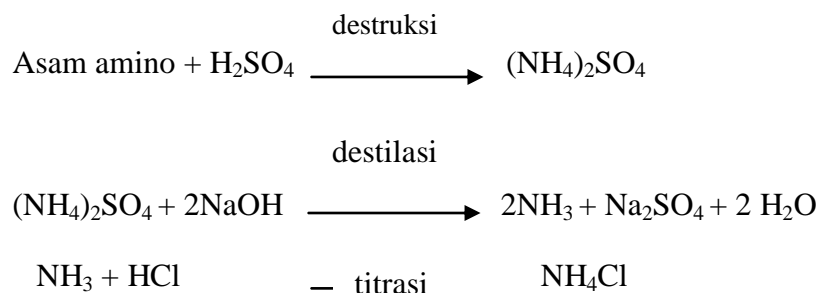
¹⁶ Jefri Tandriyanto, dkk., "Pengaruh Fermentasi pada Pembuatan Mocaf (Modified Cassava Flour) dengan Menggunakan *lactobacillus plantarum* terhadap Kandungan Protein",... hlm. F-144

(glu) dari a-ketoglutarat, pembentukan alanin dari piruvat, asparagin dari oksaloasetat. Piruvat, a-ketoglutarat, dan oksaloasetat adalah anggota dari siklus krebs. ¹⁷ Produksi SCP tersebut bisa melalui fermentasi medium cair maupun medium padat.



Gambar 4.9 Produksi asam amino oleh mikroorganisme

Peningkatan kadar protein berimplikasi pada peningkatan kadar asam amino. Kadar asam amino yang dihasilkan dibuktikan melalui uji kjedahl. Asam amino akan dipecah menjadi unsur penyusunnya yaitu karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N). Elemen nitrogen ini akan diubah menjadi ammonium sulfat melalui proses destruksi. Amonium sulfat dipecah menjadi NH_3 melalui proses destilasi dan diidentifikasi melalui titrasi yang ditandai dengan munculnya warna merah muda pada hasil titrasi. ¹⁸



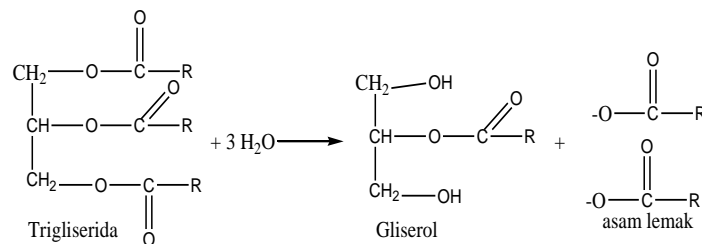
¹⁷Robert K. Murray dkk, *Biokimia Harper*, alih bahasa Brahm U, (Jakarta: EGC, 2009), hlm 251

¹⁸Abdul Rohman, *Analisis Komponen Makanan*, (Yogyakarta: Graha Ilmu, 2013), hlm 50

Fermentasi setelah 5 hari yaitu 6 hari dan 7 hari terjadi kecenderungan penurunan kadar protein. Hal ini disebabkan karena pada waktu ini *Lactobacillus plantarum* memasuki fase statis hingga kematian.¹⁹ Produksi asam amino semakin berkurang dan bakteri yang masih hidup menggunakan asam amino sebagai prekursor dalam proses katabolisme yaitu sumber nutrisi dan energi.²⁰

d. Kadar Lemak

Penentuan kadar lemak dilakukan melalui proses pemisahan lemak dari bahan makanan. Pemisahan didasarkan pada prinsip ekstraksi dan destilasi. Gambar 4.11 dibawah ini dapat memperlihatkan bahwa waktu optimum fermentasi adalah 5 hari yaitu menghasilkan lemak 6,5%. Berdasarkan hasil uji BNJ perlakuan fermentasi 5 hari berbeda nyata dengan perlakuan fermentasi 3 hari, 4 hari, 6 hari, dan 7 hari. Hal ini disebabkan kadar lemak selama proses fermentasi mengalami kenaikan yang disebabkan oleh hidrolisis lemak menghasilkan asam lemak dan gliserol yang tertera pada gambar 4.10. Terjadinya pemecahan lemak dibuktikan melalui ekstraksi dan destilasi selama analisis kuantitatif.



Gambar 4.10 Proses hidrolisis lemak oleh enzim *lipase*²¹

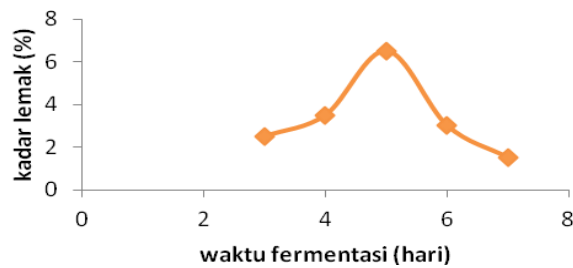
Mikroorganisme dapat memproduksi asam lemak selama proses fermentasi. Mikroorganisme seperti sistem sel hidup lainnya, menghasilkan asam lemak. Asam lemak yang dihasilkan disebut sebagai *single cell oil* (SCO), yang merupakan eufemisme mirip

¹⁹ Oetami Dwi Hajoeningtjas, *Mikrobiologi Pertanian...*, hlm.23.

²⁰ Oetami Dwi Hajoeningtjas, *Mikrobiologi Pertanian...*, hlm.16.

²¹ Muhammad Wirahadikusumah, *Biokimia: Metabolisme Energi, Karbohidrat, dan Lipid*, (Bandung: Penerbit ITB, 1985), hlm 119

dengan *single cell protein* yang biasa digunakan untuk menunjukkan protein yang berasal dari mikroorganisme sel tunggal.^{22,23} Biointesis asam lemak oleh mikroorganisme diperoleh dari karboksilasi asetil ko-A menjadi malonil ko-A. Asetil ko-A merupakan produk siklus krebs.²⁴



Gambar 4.11. Grafik kadar lemak MOCAF (%)

MOCAF hasil fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* selama 5 hari menghasilkan kadar lemak paling tinggi, sedangkan setelah fermentasi 5 hari mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena *Lactobacillus plantarum* mengalami fase pertumbuhan dan perkembangan sampai 5 hari, sehingga membuat populasi *Lactobacillus plantarum* semakin meningkat, dengan meningkatnya populasi bakteri *Lactobacillus plantarum* maka semakin banyak pula asam lemak yang dihasilkan oleh *Lactobacillus plantarum*. Kemudian setelah lama fermentasi 5 hari kadar lemak mengalami penurunan, hal ini disebabkan karena pada waktu ini *Lactobacillus plantarum* memasuki fase stasioner, dimana pada fase ini jumlah bakteri yang hidup sebanding dengan jumlah bakteri yang mati.²⁵ Produksi minyak/lemak semakin berkurang dan bakteri yang

²² James P Wynn dan Colin Ratledge, "Oil from Microorganisms", Article (DOI: 10.1002/047167849X.bio006/2005), hlm.abstrak

²³ Nur Aida, Lina Ika Kurniati, "Pembuatan Mocaf (Modified Cassava Flour) dengan proses fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum*...", hlm.38.

²⁴ Debby M. Sumanti, "Mekanisme Produksi Minyak Tunggal Sel dengan Sistem Fermentasi Padat pada Media Onggok-Ampas Tahu dengan menggunakan Kapang *Aspergillus terreus*", Jurnal Teknologi dan Industri, (UNPAD Bandung, Vol.XVI, no.1, 2005), hlm.61

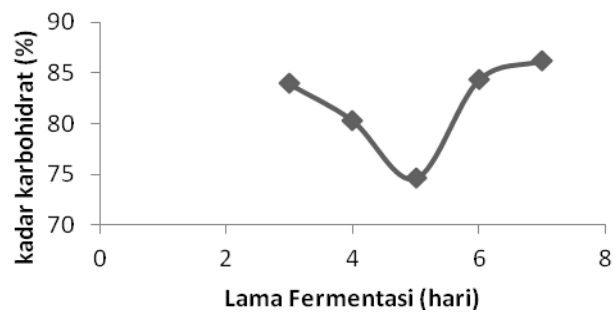
²⁵ Oetami Dwi Hajoeningtjas, *Mikrobiologi Pertanian...*, hlm.23.

masih hidup menggunakan lemak sebagai prekursor dalam proses katabolisme yaitu sumber nutrisi dan energi.²⁶

Kadar lemak pada tepung singkong tanpa penambahan *Lactobacillus plantarum* adalah 0.75 %. Kadar lemak mulai meningkat setelah penambahan *Lactobacillus plantarum*.

e. Kadar karbohidrat

Kadar karbohidrat MOCAF ditentukan dengan *by difference* yaitu dengan menjumlahkan kadar protein, lemak, abu, air lalu dikurangkan dengan 100%. Hasil penelitian tersebut dapat dilihat pada gambar 4.12.



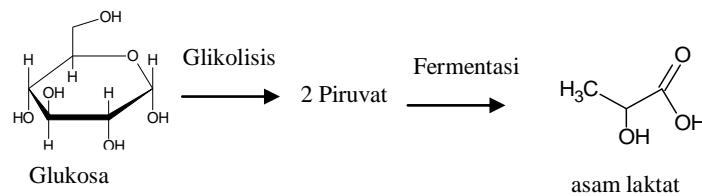
Gambar 4.12 Grafik kadar karbohidrat MOCAF (%)

Lama fermentasi dapat mempengaruhi kadar karbohidrat MOCAF. Gambar 4.12 menunjukkan bahwa kadar karbohidrat mengalami penurunan setelah fermentasi selama 3 hari dan mencapai penurunan optimum pada lama fermentasi 5 hari (74,58%). Berdasarkan hasil uji BNJ perlakuan fermentasi 5 hari berbeda nyata dengan perlakuan fermentasi 3 hari, 6 hari, dan 7 hari. Hal ini disebabkan selama fermentasi terjadi perombakan pati (bagian dari karbohidrat) menjadi gula reduksi, sehingga dapat memperbaiki kualitas tepung seperti menjadikan adonan lebih mengembang, untuk bahan pangan yang memerlukan pengembangan seperti produk *bakery*.²⁷

²⁶ Oetami Dwi Hajoeningtjas, *Mikrobiologi Pertanian...*, hlm.16.

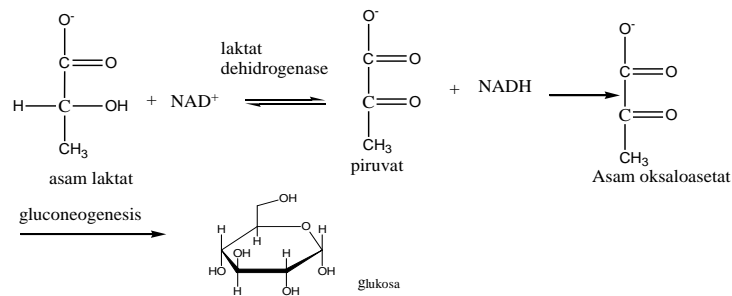
²⁷ Nur Aini, "Teknologi fermentasi pada tepung jagung...", hlm.36.

Gula reduksi yang dihasilkan diubah menjadi asam-asam organik seperti asam laktat oleh bakteri *Lactobacillus plantarum* seperti yang tertera pada gambar 4.13. Asam-asam organik inilah yang dapat memperbarui cita rasa dan aroma MOCAF yaitu menutupi cita rasa dan aroma singkong.²⁸ Penurunan kadar karbohidrat juga disebabkan oleh penggunaan pati untuk memenuhi kebutuhan energi untuk pertumbuhan mikroorganisme.



4.13 produksi asam laktat selama fermentasi

Kadar karbohidrat kembali mengalami kenaikan pada lama fermentasi 6 hari dan 7 hari. Hal ini terjadi kemungkinan karena adanya produksi glukosa dari asam laktat. Gambar 4.14 menunjukkan bahwa asam laktat diubah menjadi piruvat kemudian asam oksaloasetat yang selanjutnya diubah menjadi glukosa.



Gambar 4.14 Produksi glukosa dari asam laktat.²⁹

²⁸ Subagio,dkk., “Bahan Baku Lokal untuk Produk Bakery”, Food Review Indonesia, (vol. IV no.4, 2009), hlm.25.

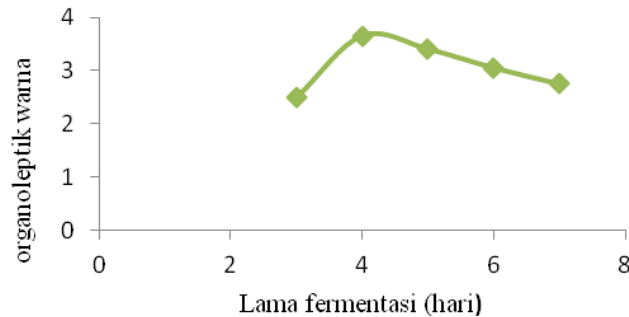
²⁹ Robert K. Murray dkk, *Biokimia Harper...*, hlm.179

3. Penentuan Lama Optimum Fermentasi Substrat Padat Singkong melalui Sifat Organoleptik MOCAF yang dihasilkan

a. Warna MOCAF

Warna merupakan parameter yang menentukan tingkat penerimaan konsumen terhadap suatu produk dan merupakan petunjuk perubahan kimia yang terjadi pada produk tersebut. Bahan pangan yang mengalami pengolahan atau pemanasan dapat diduga mengalami perubahan yang nyata dalam warna bahan pangan. Proses pemanasan, pembekuan, atau pengeringan makanan mengubah kualitas fisik dan kimianya.³⁰

Produk MOCAF yang dihasilkan memiliki warna pada rentang agak putih sampai putih (skala 3 sampai 4). Gambar 4.15 di bawah ini menunjukkan bahwa waktu optimum fermentasi adalah lama fermentasi 4 hari (skala 3,65) dan 5 hari (skala 3,4). Warna MOCAF yang dihasilkan lebih putih dari tepung singkong (2,75). Berikut grafik hasil uji organoleptik warna MOCAF.



Gambar 4.15 Grafik organoleptik warna MOCAF

MOCAF memiliki karakteristik fisik dan organoleptik yang spesifik jika dibandingkan dengan tepung singkong. Hal ini terjadi karena proses fermentasi dapat mempengaruhi warna MOCAF yang dihasilkan. Fermentasi menghambat terjadinya oksidasi substrat yang

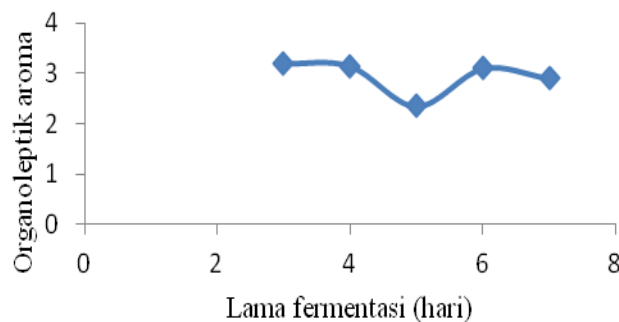
³⁰ John M DeMan, *Kimia Makanan*, Penerjemah K. Padmawinata, (Bandung: ITB-Press, 1997), hlm.238.

dapat menyebabkan pencoklatan pada bahan pangan, sehingga warna MOCAF lebih putih dari warna tepung singkong.

b. Aroma MOCAF

Pengujian terhadap aroma di industri pangan merupakan hal yang dianggap penting karena dengan cepat dapat memberikan hasil penilaian terhadap produk tentang diterima atau tidaknya produk tersebut oleh konsumen. Aroma juga dipakai sebagai indikator terjadinya kerusakan produk.³¹ Contohnya tepung yang kurang kering menyebabkan aroma tepung menjadi apek.

Hasil uji organoleptik terhadap MOCAF menunjukkan bahwa aroma MOCAF lebih netral dibandingkan dengan tepung singkong (kontrol). Hal ini dikarenakan MOCAF menghasilkan aroma khas yang dapat menutupi aroma singkong yang cenderung tidak menyenangkan konsumen, apabila bahan tersebut diolah. Aroma khas tersebut dihasilkan oleh hidrolisis pati yang menghasilkan monosakarida sebagai bahan baku penghasil asam-asam organik yang akan terimbibisi dalam bahan. Asam organik yang mengandung gugus karbonil asetaldehid, aseton, diasetil membentuk karakteristik aroma khas produk fermentasi.³²



Gambar 4.16 Grafik organoleptik aroma MOCAF

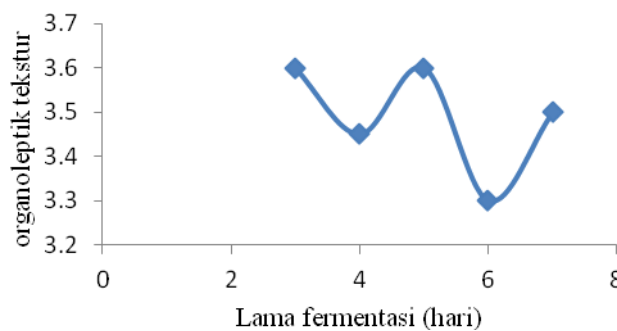
³¹John M DeMan, *Kimia Makanan*..., hlm.313.

³²Yilzid, *Development and Manufacture of Yogurt and Other Functional Dairy Products*, (New York: CRC Press, 2010). hlm.254.

Pada gambar 4.16 diatas dapat dilihat bahwa aroma MOCAF terbaik adalah lama fermentasi 3 hari (skala 3,20) yaitu aroma MOCAF agak apek mendekati netral (antara skala 3 sampai 4) lebih tinggi dari tepung singkong (skala 2,80). Hal ini dikarenakan semakin banyak bakteri *Lactobacillus plantarum* yang tumbuh pada substrat semakin banyak pula asam laktat yang dihasilkan. Asam laktat berpengaruh pada aroma MOCAF yaitu penurunan asam laktat menyebabkan penurunan aroma MOCAF. Akan tetapi pada lama fermentasi 5 hari aroma MOCAF apek (skala 2,35) dikarenakan pengeringan MOCAF yang kurang sempurna yang selanjutnya berpengaruh pada kadar air dan aroma MOCAF.

c. Tekstur MOCAF

Tekstur adalah sifat fisik yang ditimbulkan oleh bahan pangan yang dapat dievaluasi dengan uji mekanika atau dengan analisis secara pengindraan.³³ Tekstur MOCAF yang dihasilkan lebih halus dari tepung singkong, hal ini sesuai pendapat Subagio bahwa tepung MOCAF memiliki tekstur yang lembut akan tetapi masih perlu modifikasi bahan campuran untuk menghasilkan cake yang sempurna adalah tidak bergumpal dan tidak kasar, serta permukaannya halus dan lembut seperti cake berbahan dasar terigu^{34,35}



Gambar 4.17 Grafik organoleptik tekstur MOCAF

³³John M DeMan, *Kimia Makanan....*, hlm.346.

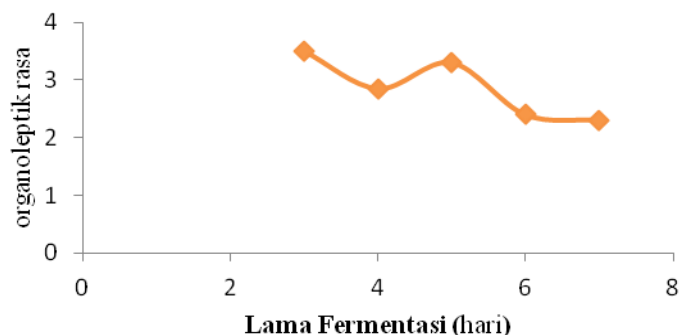
³⁴ Ahmad Subagio, "Produk Bakery dengan Tepung ...",hlm.29.

Gambar 4.17 menunjukkan bahwa tekstur terbaik MOCAF Yang dihasilkan adalah hasil fermentasi 5 hari yaitu tekstur MOCAF halus (skal 3,6), sedangkan tepung singkong memiliki tekstur yang agak halus (skala 3,20). Perbaikan tekstur tepung dipengaruhi reaksi kimia selama fermentasi dengan isolat bakteri asam laktat. Dalam hal ini enzim ekstraseluler yang dikeluarkan oleh bakteri asam laktat selama fermentasi mampu memperbaiki tekstur tepung. Pati dalam medium dapat dihidrolisis oleh bakteri asam laktat dengan cara mengekskresikan enzim ekstraseluler pemecah pati menjadi gula sederhana.³⁶

d. Rasa MOCAF

Hasil uji coba menunjukkan bahwa MOCAF dapat digunakan sebagai bahan baku secara keseluruhan dalam pembuatan cake. Namun produk ini tidaklah persis dengan tepung terigu atau tepung beras. Sehingga dalam aplikasinya diperlukan sedikit perubahan dalam formula atau prosesnya sehingga akan dihasilkan produk yang optimal.

Rasa lebih banyak melibatkan panca indra yaitu lidah yang dapat mengenali rasa.³⁷ Hasil uji organoleptik terhadap cake MOCAF menunjukkan bahwa rasa cake MOCAF adalah asam khas fermentasi BAL.



Gambar 4.18 Grafik organoleptik rasa cake MOCAF

³⁶ Subagio, dkk., "Bahan Baku Lokal untuk Produk...", hlm.25.

³⁷ John M DeMan, *Kimia Makanan...*, hlm.284.

Gambar 4.18 menunjukkan bahwa cake MOCAF yang memiliki rasa paling baik adalah produk fermentasi 3 hari yaitu enak (3,5) dan 5 hari (3,3). Cake memiliki keseimbangan rasa asam, khas fermentasi dan rasa singkong. Semakin lama fermentasi rasa cake semakin menurun atau tidak enak karena terjadi penurunan asam laktat. Asam laktat dapat mempengaruhi rasa MOCAF.³⁸

4. Waktu optimum fermentasi

Waktu optimum fermentasi didasarkan pada sifat kimia dan organoleptik MOCAF yang dihasilkan. MOCAF terbaik diperoleh dari hasil fermentasi selama 5 hari. MOCAF yang dihasilkan memiliki protein 3,68 %, abu 2,75%, lemak 6,50%, karbohidrat 74,58%, warna MOCAF agak putih mendekati putih (skala 3,4), tekstur halus (skala 3,6), dan rasa kue MOCAF enak atau dapat menutupi rasa singkong (skala 3,3). Hasil tersebut telah memenuhi standar SNI MOCAF 7622-2011. Kadar protein MOCAF juga mendekati kadar protein tepung terigu berdasarkan SNI tepung terigu 01-3751-2009.

D. Keterbatasan Penelitian

Penelitian yang telah dilakukan, masih terdapat beberapa keterbatasan-keterbatasan, di antaranya: Penelitian ini hanya terbatas pada pembuatan MOCAF menggunakan singkong yang didapat dari Mijen Semarang dan satu bakteri asam laktat yaitu *Lactobacillus plantarum*. Peneliti belum melakukan penelitian lebih lanjut terhadap singkong dari daerah lain (varietas yang berbeda) dan variasi bakteri asam laktat lain yang dapat hidup dalam substrat padat. Peneliti belum melakukan uji kualitatif terhadap sifat kimia MOCAF.

³⁸ Subagio,dkk., “Bahan Baku Lokal untuk Produk...”, hlm.25.