

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tepung MOCAF (Modified Cassava Flour)

Mocaf adalah tepung dari ubi kayu atau singkong yang dibuat dengan menggunakan prinsip modifikasi sel ubi kayu secara fermentasi (Subagyo, 2006). Pembuatan tepung sejenis juga telah dilakukan oleh Wahyuningsih (1990), yang membuat tepung ubi kayu dengan cara fermentasi dan disebut dengan tepung Gari. Mikroba yang tumbuh selama fermentasi akan menghasilkan enzim pektinolitik dan selulolitik yang dapat menghancurkan dinding sel singkong sedemikian rupa sehingga terjadi liberasi granula pati. Mikroba tersebut juga menghasilkan enzim-enzim yang menghidrolisis pati menjadi gula dan selanjutnya mengubahnya menjadi asam-asam organik, terutama asam laktat. Proses ini akan menyebabkan perubahan karaktersitik dari tepung yang dihasilkan berupa naiknya viskositas, kemampuan gelasi, daya rehidrasi dan kemudahan melarut. Selanjutnya, granula pati tersebut akan mengalami hidrolisis yang menghasilkan monosakarida sebagai bahan baku untuk menghasilkan asam-asam organik. Senyawa asam ini akan menghasilkan aroma dan cita rasa khas yang dapat menutupi aroma dan citarasa khas ubi kayu yang cenderung tidak disukai konsumen (Subagyo, 2006).

MOCAF dapat digolongkan sebagai produk olahan *edible cassava* yang dapat dimakan. Oleh karena itu, syarat mutu MOCAF dapat mengacu kepada CODEX STAN 176-1989 (Rev.1-1995) tentang *edible cassava flour*. Selain itu, tepung Mocaf memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan jenis tepung lainnya, diantaranya : (1) Kandungan serat terlarut lebih tinggi daripada tepung

gaplek, (2) Kandungan kalsium lebih tinggi dibanding padi/gandum, (3) Mempunyai daya kembang setara dengan gandum tipe II (kadar protein menengah), (4) Daya cerna lebih tinggi dibandingkan dengan tapioka gaplek (BKP3 Bantul, 2012). Adapun syarat mutu tepung MOCAF menurut SNI 7622-2011 dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Syarat Mutu Tepung MOCAF

Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
Keadaan		
Bentuk	-	Serbuk halus
Bau	-	Netral
Warna	-	Putih
Benda-benda asing	-	Tidak ada
Serangga dalam semua bentuk stadia dan potongan-potongannya yang tampak	-	Tidak ada
Kehalusan		
Lolos ayakan 100 mesh	% b/b	Min. 90
Lolos ayakan 80 mesh	% b/b	100
Kadar air	% b/b	Maks. 13
Abu	% b/b	Maks. 1,5
Serat kasar	% b/b	Maks. 2,0
Derajat putih (MgO = 100)	-	Min 87
Belerang dioksida (SO ₂)	% b/b	Negatif
Derajat asam	MI NaOH 1 N 100 g	Maks. 4,0
HCN	mg/kg	Maks. 10
Cemaran logam		
Cadmium (Cd)	mg/kg	Maks. 0,2
Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 0,3
Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40,0
Merkuri (Hg)	mg/kg	Maks. 0,05
Cemaran Arsen (As)	mg/kg	Maks. 0,5
Cemaran mikroba		
Angka Lempeng Total (35°C, 48 jam)	Koloni/g	Maks. 1 x 10 ⁶
<i>Escherichia coli</i>	APM/g	Maks. 10
<i>Bacillus cereus</i>	Koloni/g	< 1 x 10 ⁴
Kapang	Koloni/g	Maks. 1 x 10 ⁴

Sumber : SNI (2011)

Tepung mocaf memiliki prospek pengembangan yang bagus. Hal ini dapat dilihat dari ketersediaan bahan baku yang melimpah, sehingga sangat kecil kemungkinan terjadi kelangkaan bahan baku. Uji coba substitusi tepung terigu dengan MOCAF dengan skala pabrik telah dilakukan. Hasilnya menunjukkan bahwa hingga 15% MOCAF dapat mensubstitusi terigu pada mie dengan mutu baik, dan hingga 25% untuk mie berkelas rendah, baik dari mutu fisik maupun organoleptik. Secara teknis pun, proses pembuatan mie tidak mengalami kendala yang berarti jika MOCAF digunakan untuk mensubstitusi terigu (Adry, 2013). Walaupun termasuk produk olahan yang dapat dimakan, karakteristik tepung mocaf tidak sama persis dengan tepung terigu. Perbedaan komposisi kimia tepung mocaf dengan tepung terigu dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2. Perbedaan Komposisi Kimia MOCAF dengan Tepung Terigu

Komposisi	Tepung MOCAF	Tepung Terigu
Air (%)	Max. 13	Max. 13
Protein (%)	Max. 1,0	Max. 1,2
Abu (%)	Max. 0,2	Max. 2
Pati (%)	82 - 85	69,32
Serat (%)	1,9 - 3,4	0,4
Lemak (%)	0,4 - 0,8	0,85
HCN (mg/kg)	tidak terdeteksi	tidak terdeteksi

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

Tahapan proses pembuatan tepung MOCAF menurut Emil (2011) meliputi :

1. Sortasi

Sebelum singkong diproses, sortasi dilakukan untuk memisahkan singkong yang rusak dan tidak memenuhi standar mutu. Pada dasarnya semua varietas singkong dapat digunakan sebagai bahan baku MOCAF, namun singkong ideal yang sebaiknya digunakan adalah varietas singkong yang bisa dimakan, berumur

sekitar 8-12 bulan, masih segar, tidak busuk, dan tidak bercak-bercak hitam, dan lama penyimpanan maksimal 2 hari.

2. Pengupasan

Pengupasan kulit singkong dilakukan dengan menggunakan pisau. Singkong yang telah dikupas sebaiknya ditampung dalam bak yang berisi air untuk menghindari warna kecoklatan sekaligus menghilangkan asam Sianida (HCN)

3. Pencucian

Singkong yang telah melalui proses pengupasan dicuci menggunakan air bersih, hindari penggunaan air yang mengandung kaporit atau terkontaminasi bahan kimia karena dapat menghambat pertumbuhan bakteri fermentasi. Pencucian singkong harus dilakukan hingga benar-benar bersih, baik kotoran maupun lendir pada umbi harus dihilangkan.

4. Pemetongan

Singkong yang sudah bersih selanjutnya diiris tipis-tipis, dengan ketebalan *chip* 0,2-0,3 cm. Untuk jumlah yang besar, proses ini dapat dilakukan menggunakan mesin slicer. Namun ketajaman pisau harus senantiasa diperhatikan agar dapat menghasilkan *chip* yang bagus (tipis tetapi tidak hancur). Setelah berbentuk bulatan-bulatan tipis selanjutnya dimasukkan ke dalam wadah fermentasi.

5. Fermentasi

Proses fermentasi *chips* singkong dilakuan dengan menggunakan drum plastik yang didisi air, kemudian dilarutkan bakteri *Acetobacter xylinum* (bakteri asam laktat) 10-20% dari volume *chips* dan air. Perendaman *chips* singkong

diupayakan sedemikian hingga seluruh *chips* singkong tertutup air. Fermentasi dilakukan selama kurang lebih 2-3 hari (minimal 30 jam).

6. Pencucian

Setelah proses fermentasi selesai, dilakukan pencucian kembali untuk menghilangkan sifat asam pada *chips* singkong tidak berasa dan netral. Kemudian *chips* ditiriskan dengan menggunakan penjemur dari anyaman bambu, plat seng atau terpal.

7. Pengeringan

Tahapan terakhir dalam pembuatan *chip* MOCAF adalah pengeringan. Pengeringan yang terbaik adalah pengeringan alami menggunakan sinar matahari. Untuk mempercepat proses pengeringan, sebaiknya *chip* ditiriskan terlebih dahulu atau pres dengan mesin pres. Pengeringan alami dapat dilakukan dengan meletakkan *chip* diatas tampah-tampah atau sejenisnya. Diusahakan pengeringan dilakukan tidak lebih dari 4 hari. *Chip* yang sudah kering dapat disimpan dalam karung bersih dan kering. Penyimpanan juga harus ditempat yang kering dan tidak lembab, (agar tidak lembab alasi karung dengan palet kayu).

8. Penepungan

Tahap akhir adalah tahap penepungan. Penepungan dilakukan jika *chips* sudah benar-benar kering hingga mencapai kadar air 13%, selanjutnya penepungan dilakukan dengan mesin penepung biasa seperti mesin-mesin penepung beras, dan sebagainya.

9. Pengayakan

Pengayakan dilakukan untuk mendapatkan tepung MOCAF yang lembut. Pengayakan dapat dilakukan secara manual dengan saringan atau dengan mesin dengan mesh 60-100. Tepung mocaf yang halus menentukan mutu produk.

B. Fermentasi Mocaf

Fermentasi dapat terjadi karena adanya aktivitas mikroba penyebab fermentasi pada substrat organik yang sesuai. Menurut Nastiti et al. (2013), fermentasi merupakan proses yang menggunakan mikroba sebagai fermentor atau inokulannya. Menurut Winarno (2004) terjadinya proses fermentasi dapat menyebabkan perubahan sifat pangan sebagai akibat pemecahan kandungan-kandungan bahan pangan tersebut.

Fermentasi pada dasarnya merupakan suatu proses enzimatik dimana enzim yang bekerja mungkin sudah dalam keadaan terisolasi yaitu dipisahkan dari selnya atau masih dalam keadaan terikat di dalam sel. Pada beberapa proses fermentasi yang menggunakan sel mikroba, reaksi enzim mungkin terjadi sepenuhnya di dalam sel mikroba karena enzim yang bekerja bersifat intraseluler. Pada proses lainnya reaksi enzim terjadi di luar sel karena enzim yang bekerja bersifat ekstraseluler (Srikandi Fardiaz, 1988).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Setyo dkk. (2012) menunjukkan bahwa tepung MOCAF dapat dihasilkan dengan proses fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum*, *Saccharomyces cerevisiae*, dan *Rhizopus oryzae*. Tepung MOCAF dengan kandungan nutrisi terbaik dihasilkan pada waktu fermentasi 120 jam dengan menggunakan *Lactobacillus plantarum* dengan kadar

protein 8,557% dan kadar HCN 1,8% serta karakteristik tepung yang dihasilkan hampir menyerupai tepung terigu. Pada Penelitian Puji (2010) menunjukkan bahwa semakin lama proses fermentasi mampu mempengaruhi karakteristik tepung mocaf yaitu warna (derajat putih) semakin meningkat. Penelitian Iqbal, dkk (2012) menyebutkan bahwa lama fermentasi memberikan pengaruh nyata dalam pembuatan tepung mocaf. Hasil penelitian Efendi (2010) juga menunjukkan bahwa pada fermentasi 0 jam hingga 24 jam belum menunjukkan adanya peningkatan derajat putih yang nyata pada tepung modifikasi. Penelitian tentang fermentasi tepung mocaf dengan menggunakan bakteri *Lactobacillus plantarum* juga dilakukan oleh Jeffry, dkk (2014) menunjukkan bahwa kadar produksi tepung mocaf menghasilkan hasil yang terbaik dengan fermentasi selama 72 jam dengan *Lactobacillus plantarum*.

Lactobacillus plantarum merupakan jenis bakteri yang bersifat proteolitik yang dapat mengurai senyawa protein menjadi senyawa yang lebih sederhana untuk memperoleh nutrisi bagi pertumbuhan bakteri. Selama fermentasi, *L. plantarum* tumbuh menghasilkan enzim pektinolitik dan selulolitik yang dapat menghancurkan dinding sel bahan makanan sehingga terjadi liberasi granula pati. *L. plantarum* tersebut akan menghasilkan enzim-enzim yang menghidrolisis pati menjadi gula dan selanjutnya mengubah menjadi asam-asam organik, terutama asam laktat. Hal ini menyebabkan terjadinya perubahan karakteristik yang dihasilkan selama proses fermentasi. Pertumbuhan *L. plantarum* dapat menghambat kontaminasi dari mikroorganisme patogen dan penghasil racun karena kemampuannya menghasilkan asam laktat dan menurunkan pH substrat,

selain itu BAL dapat menghasilkan hidrogen peroksida yang dapat berfungsi sebagai antibakteri (Suriawiria, 1983).

Elida (2002) dalam Zuraida (2010) mengatakan bahwa *Lactobacillus plantarum* tergolong bakteri asam laktat homofermentatif yang tumbuh pada suhu 15 - 37 °C, masih dapat tumbuh pada pH 3.0-4.6, dengan ciri-ciri sel berbentuk batang pendek, warna koloni putih susu sampai abu-abu, serta mempunyai viabilitas tinggi untuk digunakan sebagai starter. Bakteri *L. plantarum* adalah salah satu spesies bakteri dalam genus *Lactobacillus*, yang terdiri dari sekitar 90 spesies. *L. plantarum* termasuk dalam kelompok heterofermentatif fakultatif, yaitu mampu menfermentasi heksosa menjadi asam laktat dan juga mampu memfermentasi pentosa dan /atau glukonat.

C. Kulit Nanas (*Ananas comosus Merr.*)

Buah nanas (*Ananas comosus L. Merr*) merupakan salah satu jenis buah yang mempunyai penyebaran yang merata di Indonesia. Selain dikonsumsi sebagai buah segar, nanas juga banyak digunakan sebagai bahan baku industri pertanian. Dari berbagai macam pengolahan nanas seperti selai, manisan, sirup, dan lain-lain maka akan didapatkan kulit yang cukup banyak sebagai hasil sampingan (Anonim, 2009). Nanas merupakan salah satu jenis buah-buahan yang banyak dihasilkan di Indonesia. Dari data statistik, produksi nanas di Indonesia untuk tahun 1997 adalah sebesar 542.856 ton dengan nilai konsumsi 16,31 kg/kapita/tahun (Anonymous, 2001). Komposisi limbah nanas rata – rata mencapai 40 %, dimana sebesar 5 % adalah bagian kulit (Noto, 2010). Limbah tersebut saat ini belum dimanfaatkan dan hanya dibuang begitu saja sehingga perlu dicari solusi untuk mengatasi hal tersebut.

Berdasarkan kandungan nutrisinya, ternyata kulit buah nanas mengandung karbohidrat dan gula yang cukup tinggi. Menurut Wijana, dkk (1991) kulit nanas mengandung 81,72 % air; 20,87 % serat kasar; 17,53 % karbohidrat; 4,41 % protein; dan 13,65 % gula reduksi. Selain itu buah nanas juga mengandung asam *chlorogen* yaitu antioksidan kemudian *cytine* yang berguna untuk pembentukan kulit dan rambut, lalu zat asam amino esensial yang dibutuhkan oleh tubuh untuk mempercepat pertumbuhan dan memperbaiki jaringan otot. Menurut Maureen, dkk (2013) menunjukkan bahwa kulit nanas juga memiliki kandungan enzim bromelin.

Mengingat kandungan karbohidrat dan gula yang cukup tinggi tersebut maka kulit nanas memungkinkan untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bahan kimia, salah satunya etanol melalui proses fermentasi. Setyawati dan Rahman (2010), melakukan penelitian bioetanol dari kulit nanas dengan variasi massa *Saccharomyces cereviceae* dan waktu fermentasi, menggunakan fermentasi dalam medium cair. Hasil penelitian yang diperoleh adalah kadar etanol tertinggi sebesar 3,96% pada penambahan 30 gram *Saccharomyces cerevisiae* dan waktu fermentasi 10 hari. Dalam fermentasi kulit buah nanas akan membantu menyediakan nutrisi dan mendukung menciptakan kondisi asam pada media selama fermentasi. Selain itu Bakteri Asam Laktat (BAL) mensekresi enzim protease yang menghidrolisis protein kompleks menjadi asam amino bebas. Dengan adanya enzim bromelin dalam kulit buah nanas akan mempercepat penguraian protein sehingga waktu yang dibutuhkan dalam fermentasi lebih singkat (Wulandari, 2008). Hasil penelitian Prisma, dkk (2011) menunjukkan

bahwa air perasan kulit nanas sebanyak 150 ml dapat mempercepat proses fermentasi dalam pembuatan tempe. Selain kadar protein, kadar pati juga menentukan kualitas dari tepung modifikasi. Selain itu kulit nanas yang selama ini dibuang dan tidak dimanfaatkan, diduga mengandung asam asetat yang cukup tinggi (Anonim, 2006).

Berdasarkan penelitian Rosmawati (2014), ekstrak kulit nanas dengan konsentrasi 10%, 15%, 20%, 25% berpengaruh nyata pada peningkatan kadar protein pada pembuatan tepung ampas kelapa dengan konsentrasi ekstrak sebanyak 20%. Betty (2012) juga menyebutkan penambahan ekstrak kulit nanas berpengaruh terhadap kadar pati tepung modifikasi ubi jalar ungu, namun tidak berpengaruh terhadap kadar protein dan antosianin tepung modifikasi ubi jalar ungu.

D. Enzim Bromelin

Menurut Yasid dan Nursanti (2005) enzim adalah golongan protein yang paling banyak terdapat dalam sel hidup. Sampai saat ini kira-kira lebih dari 2000 enzim telah teridentifikasi yang masing-masing berfungsi sebagai katalisator reaksi kimia dalam sistem hidup. Sintesis enzim terjadi di dalam sel dan sebagian besar enzim dapat diperoleh dari ekstraksi dari jaringan tanpa merusak fungsinya.

Enzim memiliki tenaga katalitik yang luar biasa, yang biasanya jauh lebih besar dari katalisator sintetik. Enzim mempercepat reaksi kimia tanpa pembentukan produk samping. Aktivitas katalitik enzim bergantung pada integritas strukturnya sebagai protein. Enzim yang bekerja sebagai katalis dalam reaksi hidrolisis protein disebut enzim proteolitik atau protease. Oleh karena yang dipecah adalah ikatan pada rantai peptida, maka disebut juga peptidase. Ada dua

macam peptidase, yaitu endopeptidase dan eksopeptidase (Naiola dan Widyastuti 2007).

Bromelin adalah salah satu enzim proteolitik atau protease yaitu enzim yang mengkatalisasi penguraian protein menjadi asam amino dengan membangun blok melalui reaksi hidrolisis. Hidrolisis (*hidro* = air; *lysis* = mengendurkan atau gangguan/uraian) adalah penguraian dari molekul besar menjadi unit yang lebih kecil dengan kombinasi air. Dalam pencernaan protein, ikatan peptide terputus dengan penyisipan komponen air, -H dan -OH, pada rantai akhir (William et al. 2002).

Enzim bromelin merupakan suatu enzim endopeptidase yang mempunyai gugus sulfhidril (-SH) pada lokasi aktif. Pada dasarnya enzim ini diperoleh dari jaringan-jaringan tanaman nanas (Supartono, 2004). Enzim ini dihambat oleh senyawa oksidator, alkilator dan logam berat. Enzim bromelin banyak digunakan dalam bidang industri pangan maupun nonpangan seperti industri daging kalengan, minuman bir dan lain-lain (Herdiyastuti, 2006). Enzim bromelin dari jaringan-jaringan tanaman nanas memiliki potensi yang sama dengan papain yang ditemukan pada pepaya yang dapat mencerna protein sebesar 1000 kali beratnya. Bromelin dapat diperoleh dari tanaman nanas baik dari tangkai, kulit, daun, buah, maupun batang dalam jumlah yang berbeda. Kandungan enzim lebih banyak di bagian daging buahnya, hal ini ditunjukkan dengan aktivitasnya yang lebih tinggi dibandingkan dengan aktivitas pada bagian batangnya (Supartono 2004). Sementara menurut Herdiyastuti (2006) kandungan enzim bromelin lebih banyak

terdapat pada bagian batang yang selama ini kurang dimanfaatkan. Kandungan enzim bromelin pada tiap bagian buah nanas dapat dilihat pada tabel 3

Tabel 3. Kandungan Enzim Bromelin pada Buah Nanas

No	Bagian Buah	Kandungan Bromelin
1.	Buah Utuh Masak	0,060 - 0,080
2.	Daging Buah Masak	0,080 - 0,125
3.	Kulit Buah	0,050 – 0,075
4.	Tangkai Buah	0,040 – 0,060
5.	Daging Buah Mentah	0,050 – 0,070

Sumber: Anonim (2009) dalam Meilty (2012).

Sementara itu, berdasarkan penelitian Rosmawati (2014), menunjukkan bahwa ekstrak kulit nanas berpengaruh nyata pada peningkatan kadar protein pada pembuatan tepung ampas kelapa. Hal ini karena bromelin berfungsi untuk mengkatalis protein dalam tepung ampas kelapa. Peningkatan kadar protein pada tepung ampas kelapa yang ditambahkan ekstrak kulit buah nanas disebabkan oleh kandungan bromelin pada nanas. Enzim bromelin merupakan suatu enzim protease yang mampu memecah protein. Enzim ini mempunyai arti penting seperti halnya papain yang dihasilkan dari tanaman pepaya. Proses kerja enzim bromelin adalah memecah protein menjadi asam amino. Dengan meningkatnya kadar protein pada tepung ampas kelapa maka akan meningkatkan pula nilai gizi pada tepung ampas kelapa.

E. Hipotesis

Penambahan ekstrak kulit nanas diduga dapat dimanfaatkan sebagai tambahan nutrisi ke dalam media pembuatan tepung Mocaf dan lama waktu fermentasi akan mempengaruhi karakteristik tepung MOCAF.