

## BAB 2



# Optimalisasi Proses Produksi Mocaf Skala UMKM

M. Kurniadi & Yuniar Khasanah

Untuk menghasilkan mocaf sesuai dengan standar mutu yang dipersyaratkan, sangat penting melakukan optimalisasi pada seluruh aspek proses produksi, mulai dari bahan baku, fermentasi, teknik pengeringan, penepungan, hingga pengujian produk mocaf.

### A. Penyediaan Bahan Baku Mocaf

Proses pembuatan mocaf dimulai dari tahap penyediaan bahan baku berupa ubi kayu segar. Pada prinsipnya, semua varietas ubi kayu dapat diolah menjadi mocaf. Frediansyah, Kurniadi, Nurhikmat, & Susanto (2012) melaporkan pembuatan mocaf dengan inokulum *Lactobacillus plantarum* di daerah Kudus, Jawa Tengah, menggunakan tiga varietas ubi kayu yang berbeda, yaitu varietas Markonah, Dapleng, dan Ketan. Dari ketiga varietas ubi kayu, secara fisik terlihat derajat keputihan dan viskositas hasilnya hampir sama. Namun, nilai derajat putih mocaf yang dihasilkan dari varietas Markonah lebih tinggi, tetapi kadar airnya paling rendah dibandingkan varietas lain. Karakteristik mocaf dari beberapa varietas ubi kayu di Kudus disajikan pada Tabel 2.1 berikut ini.

**Tabel 2.1** Karakteristik Mutu Mocaf di Kudus

Sampel Tepung	Derajat Putih (%)	Viscositas (%)	pH	Kadar Air (%)
Varietas Markonah	<b>85,25</b>	196,05	4,1	8,55
Varietas Ketan	84,15	193,68	4,0	10,32
Varietas Daplang	84,35	<b>200,28</b>	4,1	8,70
Mocaf komersial	81,45	194,69	4,3	11,85
Mocaf lokal tanpa inokulum	81,90	174,96	4,8	11,14
Mocaf local tanpa inokulum	81,30	174,40	4,9	13,26
Tepung terigu	83,80	187,25	4,9	11,77
SNI Mocaf 7622:2011	<b>87,00</b>	--	>4,0	maks. 13,0

Sumber: Frediansyah dkk. (2012)

Suharwaji, Angwar, Ariani, Khasanah, & Widiastuti (2013) melaporkan karakteristik komposisi kimia ubi kayu varietas Daplang dan Markonah di Kabupaten Kudus, Jawa Tengah, sebagaimana disajikan pada Tabel 2.2 berikut ini.

**Tabel 2.2** Komposisi Kimia Ubi Kayu Kabupaten Kudus

Komponen	Varietas Daplang	Varietas Markonah
Air (%)	58,09	62,70
Abu (%)	0,78	0,80
Protein (%)	1,83	1,15
Lemak (%)	0,07	0,07
Serat kasar (%)	2,69	2,54
Karbohidrat (%)	36,60	32,50
Energi (kal/100 g)	149,40	131,01
HCN (ppm)	86,53	74,19

Sumber: Suharwaji dkk. (2013)

Varietas ubi kayu yang digunakan untuk pembuatan mocaf juga memengaruhi kadar HCN dalam mocaf. HCN bersifat toksik dan kandungannya pada beberapa ubi kayu yang ada di Indonesia relatif tinggi, yaitu di atas 40 ppm. Hal ini merupakan salah satu kendala yang harus diatasi selama proses pembuatan mocaf. Di lain pihak, ketentuan SNI mocaf yang memenuhi syarat harus memiliki kadar HCN maksimal 10 ppm. Salah satu upaya yang dilakukan untuk mengatasi kadar HCN tinggi dalam ubi kayu adalah mengembangkan varietas kandungan rendah HCN untuk kebutuhan pangan. Beberapa varietas ubi kayu untuk keperluan bahan pangan di Indonesia mempunyai kandungan HCN yang bervariasi seperti disajikan pada Tabel 2.3.

**Tabel 2.3** Kadar HCN pada Beberapa Ubi Kayu

No	Jenis	Kadar HCN (mg/kg)
1	Adira 1	27,5
2	Malang 1	< 40
3	Malang 2	< 40
4	Darul Hidayah	< 40

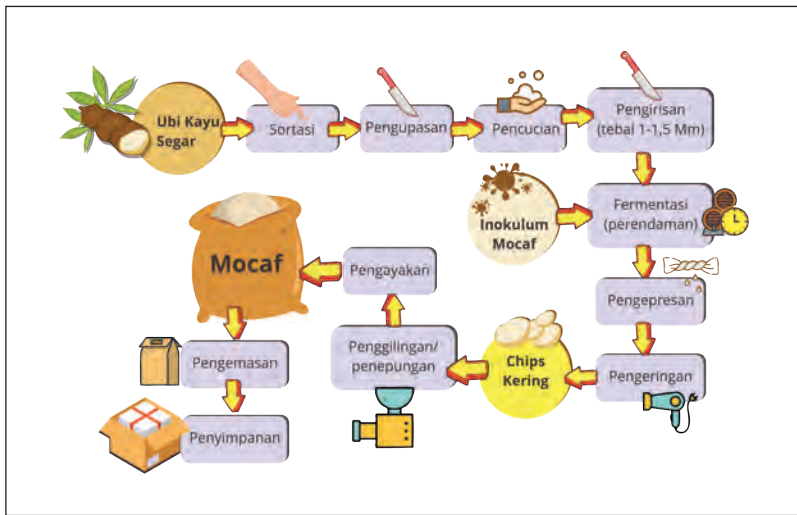
Sumber: Sundari (2010)

## B. Tahapan Proses Pengolahan Mocaf

Proses pengolahan mocaf terdiri atas dua tahap, yaitu tahap pengolahan ubi kayu menjadi keping ubi kayu (*chips*) kering yang melibatkan proses fermentasi menggunakan mikroba tertentu, dan tahap pengolahan *chips* kering menjadi mocaf (Subagio, Wiwik, Witono, & Fahmi, 2008).

Proses pengolahan ubi kayu menjadi *chips* kering meliputi sortasi bahan, pengupasan, pencucian, penyawutan/pengirisan, fermentasi (perendaman), pengepresan, penirisan, dan pengeringan *chips*. Proses berikutnya adalah penggilingan/penepungan, pengayakan, pengemasan, dan penyimpanan.

Secara keseluruhan, diagram proses produksi mocaf dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Sumber: Dimodifikasi dari Subagio dkk. (2008)

**Gambar 2.1** Diagram Alir Proses Produksi Mocaf

Proses pembuatan mocaf diawali dengan tahapan pemilihan bahan baku (sortasi). Sortasi dilakukan untuk memilih ubi kayu yang segar. Ubi kayu yang digunakan untuk pembuatan mocaf umumnya berumur 8–12 bulan (Subagio dkk., 2008). Sifat fisik dan kimia ubi kayu sebagai bahan baku juga turut menentukan kualitas tepung yang dihasilkan. Ubi kayu segar harus segera diproses sebelum 48 jam setelah dipanen karena dapat menyebabkan perubahan warna ubi dan kadar pati (Yulifianti, Ginting, & Utomo, 2012). Sortasi dilakukan melalui pengamatan visual terhadap kondisi fisik (cacat) dan tekstur.

Pengupasan ubi kayu bertujuan memisahkan umbi dari kulitnya, sedangkan pencucian dilakukan untuk menghilangkan kotoran dan tanah yang masih melekat pada ubi kayu. Pengupasan dapat

dilakukan secara manual ataupun menggunakan mesin pengupas. Proses pengupasan dan pencucian perlu diperhatikan untuk mencegah kontaminasi zat kimia dan mikroba pencemar dalam bahan baku. Setelah proses pengupasan dan pencucian, selanjutnya ubi kayu dirajang. Proses perajangan atau pengirisan ubi kayu bertujuan mendapatkan irisan (*chips*) ubi kayu dengan ketebalan  $\pm 1$  mm sehingga memudahkan proses fermentasi/perendaman. Proses ini dapat dilakukan secara manual menggunakan pisau dapur biasa ataupun mesin perajang (*slicer*) dengan hasil yang berbeda.

Setelah bahan baku terpilih dan dalam kondisi bersih, tahapan penting berikutnya adalah perendaman atau fermentasi. Fermentasi atau perendaman *chips* pada prinsipnya melibatkan mikroba, baik secara spontan maupun dengan penambahan inokulum. Proses selanjutnya adalah penirisan dan pengeringan. Penirisan dengan pemerasan rajangan bertujuan agar proses pengeringan rajangan lebih cepat dan dapat menurunkan kandungan HCN. Rajangan yang tidak diperas dan hanya ditiriskan akan membutuhkan waktu pengeringan kurang-lebih tiga hari dengan kondisi udara kering, sedangkan dengan pemerasan hanya membutuhkan waktu 8–12 jam.

Secara spesifik, tujuan utama pengeringan ialah meningkatkan mutu hasil pertanian dengan mengurangi sebagian besar air yang terkandung dalam bahan tersebut sehingga dapat mencegah pertumbuhan mikroorganisme yang tidak diinginkan/kontaminan. Beberapa pengertian pengeringan telah dikemukakan oleh para ahli. Handerson dan Perry (1976) menyatakan bahwa pengeringan merupakan proses dehidrasi, yaitu penguapan air dari bahan pangan hasil pertanian dengan bantuan udara panas. Udara merupakan media yang paling baik untuk perpindahan panas dari sumber panas ke massa pangan. Pengeluaran air dari suatu bahan pangan dengan menggunakan energi panas menuju kadar air kesetimbangan dengan udara sekeliling (atmosfer) atau pada tingkat kadar air yang setara dengan aktivitas air (*Aw*) maka mutu bahan dapat dijaga dari

kontaminasi jamur, aktivitas serangga, dan enzim. Pengeringan juga merupakan proses pengurangan sejumlah air pada hasil pertanian karena terjadi penguapan air dari permukaan bahan dengan diikuti perpindahan massa air dari dalam bahan ke permukaan secara difusi karena adanya energi panas (Danoe, 2006).

Pengeringan *chips* dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu bisa dijemur langsung di bawah sinar matahari atau menggunakan mesin pengering (oven). Proses pengeringan bertujuan mendapatkan bahan hingga kadar air hanya berkisar 13%. Hal yang perlu diperhatikan dalam pengeringan langsung di bawah sinar matahari, yaitu tidak boleh langsung meletakkan *chips* di atas tanah, sebaiknya menggunakan rak-rak penjemuran, dan sedapat mungkin terhindar dari binatang, debu, dan kotoran lain. Kualitas hasil pengeringan langsung di bawah sinar matahari biasanya lebih baik daripada dengan cara pengovenan karena faktor ultraviolet pada sinar matahari. Penjemuran dengan menggunakan energi matahari ini memerlukan lahan yang datar, luas, lapang, dan tidak terhalang pepohonan. Jika kita menginginkan kapasitas besar dan tidak bergantung pada pengeringan dengan energi matahari, bisa dilakukan dengan mesin pengering dengan kapasitas lebih cepat dan besar.

Tahapan setelah pengeringan *chips* adalah penggilingan atau pengepungan. Tujuan umum pengepungan adalah memperpanjang umur simpan bahan pangan, lebih mengawetkan bahan pangan, memudahkan fortikasi, memudahkan bercampur dengan bahan lain, dan memudahkan penyimpanan.

Berdasarkan pada tingkat kehalusan partikel yang dihasilkan, mesin pengecil ukuran dibedakan menjadi tiga tipe, yaitu *crusher*, *grinder*, dan *ultra-fine grinder*. Tipe pertama, yaitu *crusher* (*crushing roll*), adalah mesin untuk menghasilkan partikel yang kasar. Tipe mesin kedua, yaitu *grinder* (*hammer mill* dan *disc attrition mill*), untuk menghasilkan partikel yang semi halus. Tipe mesin ketiga, yaitu *ultra-fine-grinder*, untuk menghasilkan partikel yang sangat halus.



Sumber: Nurhikmat dan Kurniadi (2013)

**Gambar 2.2** Contoh Mesin Penggiling untuk Proses Mocaf

Pada penggilingan *chips* mocaf banyak digunakan mesin tipe *grinder*, yaitu jenis *disc mill*, yang menghasilkan partikel halus berukuran 80–100 *mesh*. Contoh mesin penggiling jenis *disc mill* disajikan pada Gambar 2.2 berikut ini.

Setelah produk mocaf diperoleh dari hasil penggilingan, mocaf harus dikemas dan disimpan dengan baik agar kualitasnya dapat dipertahankan. Pengemasan mempunyai peranan dan fungsi yang penting dalam menunjang distribusi agar tidak mudah mengalami kerusakan. Mocaf dapat mengalami perubahan sifat dengan cepat selama penyimpanan. Penyimpanan bahan makanan kering, seperti tepung dengan berbagai jenis kemasan plastik, umumnya masih akan menimbulkan masalah berupa penggumpalan pada beberapa bagian akibat peningkatan kadar air selama penyimpanan. Hal tersebut terjadi akibat sifat alami bahan pangan kering yang mudah menyerap uap air dari lingkungan (*higroskopis*). Selain kerusakan fisik dan kimia, produk tepung seperti mocaf juga dapat mengalami kerusakan

mikrobiologi. Beberapa mikroba yang sering mengontaminasi mocaf ialah kapang *Penicillium feniculosum*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, dan *Aspergillus fumigates*, yang disebabkan oleh kondisi penyimpanan dan pengemasannya (Suharwaji, Angwar, Ariani, Khasanah, & Widiastuti, 2013). Pratiwi (2018) melaporkan bahwa mocaf yang disimpan dalam suhu kamar selama 56 hari dalam kemasan botol kaca, *aluminium foil*, dan kombinasi aluminium plastik polietilen dapat meningkatkan jumlah mikroba, walaupun masih dalam batas ambang yang disyaratkan SNI mocaf, yaitu  $<10^2$  cfu/g. Kontaminasi mikroba terendah terdapat pada mocaf yang dikemas menggunakan kombinasi aluminium dan plastik polietilen. Hal ini terjadi karena kombinasi aluminium dan plastik polietilen mempunyai daya permeabilitas yang tinggi sehingga dapat lebih tahan mencegah penyerapan air di dalamnya.

### **C. Optimalisasi Proses Fermentasi untuk Perbaikan Produksi dan Kualitas Mocaf**

Berdasarkan pada proses umum pembuatan mocaf, telah dilakukan berbagai macam upaya perbaikan kualitas dan produksi mocaf. Tahapan penting yang paling memengaruhi hasil akhir mocaf adalah tahapan perendaman atau fermentasi *chips* yang melibatkan mikroba fermentasi. Kualitas dan rendemen mocaf dapat dipengaruhi oleh ketebalan *chips* ubi kayu yang digunakan. Penelitian oleh Darmawan, Andreas, Jos, dan Sumardiono (2013) menemukan bahwa proses fermentasi dengan inokulum/*starter* 5% (berdasarkan pada volume) menggunakan ketebalan *chips* ubi kayu 2 mm paling baik dibandingkan menggunakan ketebalan 4 dan 6 mm yang dinilai berdasarkan pada indikator kelarutan (*solubility*), tingkat pengembangan adonan (*swelling power*), dan kadar karboksil.

Darmawan dkk. (2013) melakukan penelitian tentang pembuatan mocaf menggunakan variasi konsentrasi inokulum bakteri asam laktat dari jenis *Lactobacillus casei* yang berbeda (1%V, 3%V, dan



5%V) selama 72 jam; ketebalan *chips* berbeda (2 mm, 4 mm, dan 6 mm); serta pengeringan dengan sinar matahari selama lima hari. Hasil penelitian tersebut menunjukkan terjadi peningkatan protein tertinggi sebesar 3,68% pada proses yang menggunakan *chips* dengan ketebalan 2 mm dan konsentrasi inokulum 5%V, kelarutan terbaik sebesar 1,63% pada ketebalan *chips* 2 mm dan konsentrasi inokulum 5%V; *swelling power* terbaik sebesar 17,8 pada ketebalan *chips* 2 mm dan konsentrasi inokulum 1%V; serta % karboksil terbesar 0,4% pada ketebalan *chips* 2 mm dan konsentrasi inokulum 5% V.

Makin tinggi konsentrasi inokulum yang digunakan, maka isolat yang dihasilkan makin banyak dan luas permukaan ubi kayu pada variabel ini paling besar dibandingkan variabel lain sehingga kontribusi terhadap penambahan protein ubi kayu makin besar. Fermentasi dapat meningkatkan kelarutan (*solubility*) dan kapasitas air yang dapat diserap tepung. Selama fermentasi, aktivitas proteolitik menyebabkan penambahan *polar group* pada granula pati. Degradasi molekul juga pati terjadi selama proses fermentasi. Degradasi komponen pati akan mengubah sifat fisikokimia tepung ubi kayu, termasuk kelarutan. Selain itu, peningkatan penggunaan inokulum meningkatkan kadar karboksil. Keberadaan gugus karboksil ini menghalangi pengurangan amilosa dan retrogradasi. Persyaratan *Joint Expert Codex Food Additive* (JECFA) menetapkan bahwa kadar karboksil maksimal yang diperoleh dari proses oksidasi tidak lebih dari 1,1% (Darmawan dkk., 2013).

Proses fermentasi *chips* ubi kayu pada prinsipnya merupakan salah satu metode yang dapat mengurangi HCN seperti glukosida sianogenik pada ubi kayu. Fermentasi, baik secara alami (spontan) maupun dengan penambahan inokulum, akan memengaruhi kualitas tepung, terutama kadar pati dan kadar HCN (Rahayu, 2010); serta menghasilkan senyawa volatil yang memberikan aroma (*flavor*) unik pada produk (Sarinah, Ahmadun, & Arum, 2010). Karakteristik mocaf serta lama waktu fermentasi ubi kayu dipengaruhi oleh jumlah dan jenis kultur mikroba yang ditambahkan saat fermentasi.

Hal ini sesuai dengan yang dilakukan oleh Nurhikmat dan Kurniadi (2013). Mocaf hasil fermentasi dengan penambahan inokulum *Lactobacillus plantarum* terhadap ubi kayu lokal Gunungkidul memiliki kadar HCN yang lebih rendah dibandingkan tanpa inokulum, yaitu masing-masing 9,72 ppm dan 32,03 ppm. Fermentasi menggunakan yoghurt menghasilkan mocaf dengan kadar HCN yang lebih rendah, yaitu 23,71 ppm, dibandingkan fermentasi spontan (tanpa inokulum) yang sebesar 110,612 ppm. Selain itu, proses fermentasi menggunakan yoghurt menghasilkan mocaf dengan kandungan serat lebih tinggi, yaitu 1,795%, dibandingkan fermentasi spontan yang hanya mengandung 1,472% serat. Kandungan kalsium pada mocaf hasil fermentasi dengan yoghurt lebih tinggi, yaitu sebesar 0,321%, dibandingkan mocaf hasil fermentasi spontan, yang sebesar 0,309%. Karakteristik mutu mocaf hasil fermentasi spontan dan dengan penambahan yoghurt disajikan pada Tabel 2.4.

**Tabel 2.4** Karakteristik Mocaf Menggunakan Fermentasi Spontan dan Yoghurt

Komponen %	Perlakuan Fermentasi	
	spontan	Penambahan yoghurt
Kadar Air	9,698 <sup>a</sup>	11,957 <sup>b</sup>
Kadar Pati	81,594 <sup>a</sup>	79,934 <sup>b</sup>
Kadar Protein	0,982 <sup>a</sup>	0,935 <sup>a</sup>
Kadar Lemak	4,904 <sup>a</sup>	4,650 <sup>a</sup>
Kadar Abu	0,437 <sup>a</sup>	0,321 <sup>b</sup>
Kadar Serat	1,472 <sup>a</sup>	1,795 <sup>b</sup>
Kalsium (mg/100g)	0,309 <sup>a</sup>	0,321 <sup>b</sup>
Besi ( mg/100g )	73,279 <sup>b</sup>	54,041 <sup>b</sup>
Fosfor (mg/100g)	217,843 <sup>b</sup>	178,596 <sup>b</sup>
HCN (ppm)	110,612 <sup>b</sup>	23.751 <sup>b</sup>

Keterangan: Huruf yang sama pada kategori yang sama menunjukkan hasil yang berbeda tidak nyata.

Sumber: Wulandari dan Mustofa (2014)

Penelitian oleh Murdani (2015) menggunakan inokulum komersial dalam proses fermentasi mocaf selama 12 jam menghasilkan perbaikan mutu mocaf berdasarkan pada pH, kadar air, serat kasar, protein, lemak, dan abu sebagaimana disajikan pada Tabel 2.5. Proses fermentasi optimal menggunakan inokulum komersial dicapai pada kondisi fermentasi pH 4. Penurunan nilai pH dari 7 menjadi 4 disebabkan oleh aktivitas mikroba dalam inokulum, karena selama proses fermentasi menghasilkan asam laktat, asam organik lainnya, enzim-enzim, senyawa volatil yang terdispersi ke dalam air. Penurunan pH ini juga memengaruhi aroma (*flavor*) mocaf selama proses fermentasi.

**Tabel 2.5** Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Proksimat Mocaf Menggunakan Inokulum Komersial

Lama Fermentasi (Jam)	pH	Kadar Air	Serat Kasar	Protein	Lemak	Abu
-%-						
0	7,91	8,02	0,29	2,00	0,59	0,92
4	7,34	9,27	0,41	1,86	0,48	0,83
8	5,83	9,68	0,39	1,47	0,37	0,63
12	4,76	9,03	1,13	1,70	0,81	0,57
16	4,61	7,85	1,05	1,75	0,59	0,83

Sumber: Murdani (2015)

Sulistyo dan Nakahara (2014) melaporkan bahwa penggunaan inokulum pada proses fermentasi mocaf menghasilkan kandungan protein lebih tinggi, yaitu sebesar 2%, dibandingkan tepung ubi kayu tanpa fermentasi, yaitu hanya 0,56%. Penggunaan inokulum *L. plantarum*, *Xanthomonas campestris* and *Saccharomyces cerevisiae* selama 1–3 hari pada proses mocaf juga menghasilkan kandungan lemak lebih rendah, yaitu sebesar 0,70%, dibandingkan tepung ubi kayu tanpa fermentasi sebesar 2,85%.

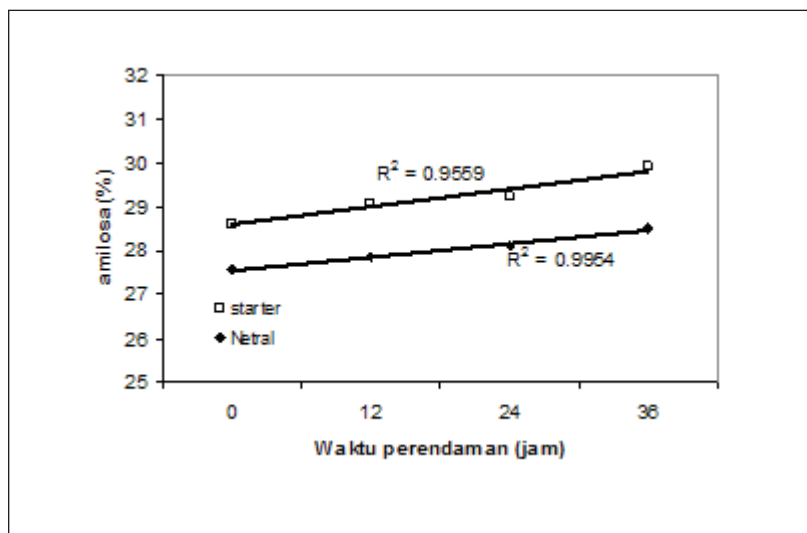
Husniati dan Widhyastuti (2013) dalam penelitiannya melaporkan bahwa kandungan pati ubi kayu yang difermentasi dengan inokulum lebih tinggi, yaitu 77–79%, dibandingkan ubi kayu tanpa fermentasi, yaitu 75% dan derajat putih mocaf yang menggunakan inokulum campuran bakteri asam laktat, khamir, dan bakteri selulolitik lebih tinggi, yaitu sebesar 87%, dibandingkan ubi kayu tanpa fermentasi.

Gunawan dkk. (2015) menyatakan, fermentasi ubi kayu dengan *L. plantarum* paling efektif dibandingkan *S. cerevisiae* dan *Rizophus oryzae* dalam hal menurunkan kandungan HCN serta dalam hal meningkatkan kadar protein. Mocaf hasil fermentasi dengan inokulum *L. plantarum*, *S. Serevisiae*, dan *R.oryzae* mempunyai kandungan HCN masing-masing 1,80 ppm, 3,28 ppm, dan 3,17 ppm, serta kandungan protein berturut-turut 8,58%, 2,39%, dan 4,72%.

Selama proses fermentasi *chips*, mikrob dalam inokulum dapat memengaruhi kadar amilosa mocaf. Fermentasi dengan inokulum *L. plantarum* mengakibatkan terjadinya kenaikan kadar amilosa sebesar 4,47% dari 28,62% menjadi 29,89%, sedangkan pada fermentasi tanpa inokulum terjadi kenaikan sekitar 3,32% dari 27,57% menjadi 28,49% (Nurhikmat & Kurniadi, 2013). Laga (2006) melaporkan bahwa peningkatan jumlah amilosa terjadi akibat putusannya rantai cabang amilopektin pada ikatan  $\alpha$  1–6 glikosida. Jumlah rantai cabang amilopektin akan berkurang dan meningkatkan jumlah rantai lurus amilosa sebagai hasil pemutusan ikatan cabang amilopektin. Peningkatan kadar amilosa pada pati yang telah mengalami pemutusan ikatan cabang karena enzim yang dihasilkan bakteri memotong rantai cabang amilopektin sehingga jumlah amilosa cenderung meningkat. Perbandingan kadar amilosa pada perlakuan fermentasi disajikan pada Gambar 2.3.

Pembuatan mocaf menggunakan tiga jenis inokulum, yaitu *L. plantarum*, *S. Serevisiae*, dan *R. oryzae*, dengan waktu fermentasi 3–5 hari menunjukkan terjadi peningkatan kadar protein dan lemak

mocaf serta penurunan kadar HCN dan kadar karbohidrat. Kadar protein dan lemak yang terbaik didapat pada waktu fermentasi selama tiga hari, yaitu untuk *S. cerevisiae* (protein 2,290% dan lemak 3,635%) serta *R. oryzae* (protein 4,722% dan lemak 3,756%). Sementara pada *L. Plantarum*, kandungan nutrisi mocaf terbaik didapat pada fermentasi lima hari (protein 8,557% dan lemak 2,801%). Kadar HCN terendah diperoleh pada waktu fermentasi tiga hari, yaitu untuk *S. cerevisiae* (HCN 2,850 mg/kg) dan *R. oryzae* (HCN 2,775 mg/kg). Sementara pada *L. Plantarum*, kadar HCN terendah diperoleh pada fermentasi selama lima hari (1,800 mg/kg). Adapun kadar abu dan serat tidak mengalami perubahan yang signifikan (konstan) (Kurniati, Aida, Gunawan, & Widjaja, 2012). Kenaikan protein ini terjadi karena kemampuan dari *S. cerevisiae* ataupun *Rhizopus*



Keterangan: Starter: fermentasi inokulum *L. plantarum*; netral: fermentasi tanpa inokulum.

Sumber: Nurhikmat dan Kurniadi (2013)

**Gambar 2.3** Pengaruh Fermentasi terhadap Kadar Amilosa Mocaf

*oryzae* untuk menyekresikan beberapa enzim ekstraseluler (protein) ke dalam ubi kayu selama proses fermentasi atau berkembangnya *S. cerevisiae* maupun *Rhizopus oryzae* ke dalam ubi kayu dalam bentuk protein sel tunggal selama proses fermentasi. Gunawan dkk. (2015) mengungkapkan, selama fermentasi, bakteri asam laktat *L. plantarum* menghasilkan enzim proteinase. Proteinase akan menghidrolisis protein menjadi peptida yang sederhana. Adanya kenaikan kadar protein diperoleh dari aktivitas enzim protease yang dihasilkan oleh mikroba yang ada dalam proses fermentasi.

#### **D. Optimalisasi Proses Pengeringan dan Penepungan dalam Pembuatan Mocaf**

Aliran udara yang memengaruhi pengeringan bahan adalah kecepatan udara pengering, suhu pengering, tekanan, dan kelembapan (Muladi, 2007). Selanjutnya, Istadi, Sumardiono, dan Anas (2002) menyatakan bahwa pengeringan dipengaruhi oleh kondisi udara pengering, sifat internal bahan, dan sistem pengering yang diterapkan. Pada prinsipnya, energi panas berpindah dari bahan yang mempunyai suhu tinggi ke bahan yang suhunya lebih rendah sehingga, ketika suatu bahan akan dikeringkan, harus ada sumber panas yang memiliki suhu yang lebih tinggi.

Desrosier (2008) melaporkan bahwa laju pengeringan bahan dapat dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain sifat fisik bahan, sifat kimia, bentuk bahan, ukuran, kadar air dan komposisi, pengaturan geometrik produk sehubungan dengan permukaan alat atau media penghantar panas, sifat-sifat fisik dari lingkungan alat pengering (suhu, kelembapan, dan kecepatan udara), serta karakteristik alat pengering (efisiensi perpindahan panas).

Lebih lanjut, Hukill (1974) menambahkan bahwa laju pengeringan bahan menjadi cepat jika kadar air awal bahan tinggi, suhu udara pengering tinggi, kelengasan relatif rendah dan kecepatan udara tinggi. Laju pengeringan dapat dibedakan menjadi dua tahap,

yaitu laju pengeringan konstan dan laju pengeringan menurun. Laju pengeringan konstan terjadi pada lapisan air bebas yang terdapat pada permukaan biji-bijian. Laju pengeringan ini sangat singkat selama proses pengeringan berlangsung. Kecepatan penguapan air pada tahap ini dapat disamakan dengan kecepatan penguapan air bebas. Besarnya laju pengeringan ini bergantung pada lapisan yang terbuka, perbedaan kelembapan antara aliran udara dan daerah basah, serta koefisien pindah massa dan kecepatan aliran udara pengering (Nurba, 2010; Sodha, Narendra, Ashvini, Pradeed, & Malik, 1987).

Laju pengeringan dapat ditinjau dari tiga parameter pengeringan eksternal, yaitu kecepatan dalam udara, suhu udara, dan kelembapan udara. Jika kondisi lingkungan konstan, laju pengeringan akan konstan pula (Brooker, Bakker-Arkema, & Hall, 1992). Pengerian dapat dibagi menjadi dua periode, yaitu periode laju konstan dan periode laju menurun. Periode laju konstan dalam pengeringan transpor lengas jauh lebih kecil dibandingkan tahana eksternal terhadap penguapan lengas dari permukaan bahan. Hasil pertanian umumnya memiliki kandungan air 50–55%, seperti kentang dan ubi jalar, memiliki periode laju pengeringan konstan dan laju pengeringan menurun, sedangkan bahan pangan yang mempunyai kadar air di bawah 10% tidak mengalami laju konstan.

Hasil penelitian oleh Sushanti dan Sirwanti (2018) menunjukkan bahwa proses pengeringan mocaf menggunakan rak pengering vertikal dengan sumber panas gas *liquid petroleum gas* (LPG) mencapai optimal pada suhu 70°C dengan konstanta laju pengeringan puncak 1,51. Penelitian tersebut juga menghasilkan mocaf dengan kadar air sesuai dengan syarat SNI mocaf, yaitu  $\leq 13\%$ , dengan kadar air kesetimbangan 7,03 dan nilai koefisien regresi ( $R^2$ ) juga menunjukkan korelasi yang sangat baik ( $>0,95$ ), yaitu 0,998.

Putri, Herlina, dan Subagyo (2018) melaporkan, metode penggilingan berpengaruh terhadap nilai pH, *water holding capacity*, *swelling power*, sineresis mocaf, dan sifat morfologi granula pati

mocaf. Metode penggilingan basah menghasilkan mocaf dengan pH lebih asam, nilai *water holding capacity* dan *swelling power* lebih rendah, serta nilai sineresis lebih tinggi jika dibanding dengan mocaf yang dihasilkan dengan metode penggilingan kering. Melalui metode kering tersebut, *chips* mocaf digiling dengan menggunakan *blender* tanpa penambahan air. Selanjutnya, tepung yang dihasilkan dari proses penggilingan tersebut diayak menggunakan ayakan 100 *mesh*, sehingga dihasilkan mocaf dengan metode penggilingan kering. Pada metode penggilingan basah, *chips* ubi kayu yang telah difermentasi tersebut digiling dengan menambahkan air dengan perbandingan (6:1) menggunakan *blender* sehingga dihasilkan dalam bentuk bubur. Setelah itu, bubur tersebut dikeringkan dengan di bawah sinar matahari hingga kering sehingga dihasilkan bubur *chips* mocaf kering. Bubur *chips* mocaf kering tersebut kemudian digiling dengan menggunakan *blender* dan diayak menggunakan ayakan 100 *mesh*, sehingga dihasilkan mocaf dengan metode penggilingan basah.

Selian, Ridwansyah, dan Ginting (2019) telah melakukan penelitian terhadap karakteristik mutu, fisik, kimia, dan fungsional mocaf dari ubi kayu jenis Malaysia putih, umur panen 10 bulan, menggunakan inokulum bakteri asam laktat (BAL) dengan metode pengeringan konvensional (sinar matahari), pengeringan mekanis (*rotary dryer*) serta kombinasi metode konvensional dan mekanis. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa mocaf dengan metode pengeringan konvensional, pengeringan mekanis, dan kombinasi memberikan pengaruh sangat nyata terhadap kadar air, kadar abu, daya serap air, daya serap minyak, *baking expansion*, derajat putih, kadar pati, kadar amilosa, dan amilopektin, serta memberikan pengaruh nyata pada *swelling power*. Hasil penelitian secara terperinci disajikan pada Tabel 2.7.

Menurut Selian, Ridwansyah, dan Ginting (2019), penggunaan metode pengeringan dengan matahari, *rotary dryer*, dan pengeringan kombinasi menunjukkan pengaruh sangat nyata terhadap kadar air, kadar abu, serta *swelling power* mocaf yang dihasilkan. Pengeringan



**Tabel 2.7** Karakteristik Fisik, Fungsional, dan Kimia dari Mocaf dengan Berbagai Pengeringan

Karakteristik Fisik, Fungsional, dan Kimia	Mocaf		
	Matahari	<i>Rotary Dryer</i>	Perlakuan Kombinasi
Karakteristik Kimia			
Kadar air (%)	9,63±0,20 (cBC)	11,55±0,28 (aA)	9,44±0,30 (cC)
Kadar Abu (%)	0,64±0,01 (cBC)	0,54±0,03 (eD)	0,59±0,01 (dCD)
Kadar Pati (%)	76,86±0,31 (aA)	76,22±0,37 (aA)	76,28±0,35 (aA)
Kadar Amilosa (%)	31,72±0,53 (aA)	29,10±0,31 (cC)	30,59±0,37 (bB)
Kadar Amilopektin (%)	45,13±0,83 (dD)	47,12±0,29 (bB)	45,68±0,10 (cdCD)
Karakteristik Fungsional			
<i>Swelling Power</i> (%)	12,04±0,04 (aAB)	12,04±0,01 (aAB)	12,15±0,03 (aA)
Daya Serap Air (%)	5,10±0,09 (aA)	5,31±0,05 (aA)	5,22±0,09 (aA)
Daya Serap Minyak (%)	5,18±0,14 (aA)	4,88±0,10 (bA)	5,29±0,03 (aA)
<i>Baking Expansion</i> (ml/g)	1,55±0,02(aA)	1,21±0,01 (bB)	1,44±0,03 (aA)
Karakteristik Fisik			
Derajat Putih (L)	94,50±0,34 (aA)	92,40±0,2 (bB)	92,16±0,11 (bB)

Keterangan: Angka dalam tabel merupakan rata-rata dalam tiga ulangan. Notasi dengan huruf yang sama dinyatakan berbeda tidak nyata, dengan huruf berbeda dinyatakan berbeda nyata dan sangat nyata.

Sumber: Selian dkk. (2019)

menggunakan *rotary dryer* memiliki kadar air yang lebih tinggi dibandingkan pengeringan matahari. Pengeringan kombinasi menghasilkan kadar air terendah karena terdapat dua kali pengeringan dengan matahari selama lima jam dan dilanjutkan pengeringan *rotary dryer* selama tujuh jam sehingga menghasilkan kadar air yang lebih rendah dibandingkan pengeringan dengan matahari ataupun *rotary dryer*. Meskipun kadar air dari mocaf berbeda-beda, masih pada batas standar, yaitu maksimum 12% sehingga masih layak untuk dapat disimpan dan diolah menjadi produk olahan makanan (BSN, 2011).

Mocaf memiliki rantai yang lebih pendek dibandingkan tepung ubi kayu karena terjadinya proses modifikasi pada mocaf yang menyebabkan enzim mendegradasi secara optimal ikatan polimer pati menjadi lebih pendek sehingga air yang terikat akan lebih banyak yang menyebabkan tingginya nilai *swelling power* pada mocaf dibandingkan tepung ubi kayu. Pada pengeringan kombinasi, *swelling power* lebih tinggi daripada dua cara pengeringan lainnya. Metode pengeringan tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap daya serap air dan daya serap minyak mocaf, sedangkan terhadap *baking expansion* menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata. Hal ini terjadi karena lama penyinaran matahari yang memiliki kandungan UV, terutama UVB (280–315 nm) dan UVC (100–280 nm) dapat meningkatkan nilai *baking expansion* dari mocaf (Ridwansyah & Yusraini, 2013).

Subagio dkk. (2008) menyatakan bahwa kandungan pati pada mocaf lebih tinggi dibandingkan pada tepung ubi kayu. Hal ini terjadi karena pada proses fermentasi pembuatan mocaf mikroorganisme yang bekerja selama proses fermentasi mocaf akan mendegradasi dinding sel yang akan membuat pati pada sel akan pecah dan terjadi liberasi granula pati yang menyebabkan kandungan pati pada mocaf akan meningkat. Penelitian oleh Selian dkk. (2019) menemukan bahwa kadar pati akan dipengaruhi oleh proses pengeringan. Penge-

ringan mekanis menggunakan *rotary dryer* menghasilkan mocaf dengan kandungan amilopektin tertinggi, yaitu 47,12%. Karakteristik seperti tekstur, viskositas, dan stabilitas dipengaruhi oleh kadar dan berat molekul amilosa dan amilopektin (Supriyadi, 2012).

## E. Pengujian Mocaf

Pengujian mutu produk merupakan tahapan yang sangat menentukan untuk mengetahui kondisi mutu produk akhir. Untuk menghasilkan mocaf yang baik harus memenuhi syarat mutu yang ditetapkan sesuai dengan standar SNI mocaf, yaitu SNI 7622:2011 (BSN, 2011). Selain parameter yang tertera pada SNI tersebut, beberapa kriteria mutu yang menentukan kualitas mocaf, yaitu *water holding capacity*, *swelling power*, sineresis, daya rehidrasi, kemampuan gelasi, gelatinisasi, viskositas, dan kemudahan melarut.

*Water holding capacity* (WHC) adalah kemampuan menyimpan air dalam nilai terkecil yang dapat dicapai oleh kandungan air dalam tepung karena gaya berat air. Angka WHC tepung mocaf lebih besar daripada tepung terigu dan tepung pisang. WHC mocaf adalah 122–196% (Putri dkk., 2018), sedangkan tepung terigu dan tepung pisang masing-masing 84% dan 161% (Aziah, Ho, Shazliana, & Bhat, 2012). Daya pembengkakan (*swelling power*) merupakan kemampuan pati untuk mengembang atau kekuatan tepung untuk mengembang, yang dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti perbandingan amilosa-amilopektin, panjang rantai, dan distribusi berat molekul. Tepung terigu mempunyai angka *swelling power* lebih tinggi daripada mocaf dan tepung kimpul, yaitu 668%, sedangkan mocaf 357–480% dan tepung kimpul 451% (Putri dkk., 2018; Mardinawati, 2012).

Sineresis dapat dinyatakan sebagai kemampuan keluarnya air saat pendinginan atau pemisahan air dari struktur gelnya. Makin tinggi nilai sineresis menunjukkan makin besar pula peluang terjadinya retrogradasi pati yang dapat berpengaruh pada umur simpan

produk pangan. Mocaf mempunyai nilai sineresis 0,20–0,40 g/g (Putri dkk., 2018). Rehidrasi adalah proses mengembalikan cairan yang telah mengalami dehidrasi. Gelatinisasi merupakan fenomena pembentukan gel yang diawali dengan pembengkakan granula pati akibat penyerapan air dan bersifat tidak bisa kembali seperti semula. Bila pati mentah dimasukkan ke air dingin, granula pati akan menyerap air dan mulai bengkak, tetapi terbatas, sekitar 30% dari berat tepung. Menurut Yulifianti, Ginting, dan Utomo (2012), mocaf memiliki kemampuan rehidrasi, gelatinisasi, dan viskositas lebih tinggi daripada tepung ubi kayu (meskipun masih lebih rendah dari terigu) sehingga untuk produk yang sama, proporsi penggunaannya dapat lebih tinggi daripada tepung ubi kayu.

Analisis komposisi kimia mocaf dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

#### a. Analisis kadar air

Kadar air ditentukan dengan mengeringkan sampel mocaf ( $W_1$ ) ke dalam oven pada suhu 105°C, kemudian didinginkan di dalam desikator dan ditimbang sesuai metode yang ditetapkan oleh AOAC (2005). Pengeringan dilakukan berulang ulang hingga beratnya konstan ( $W_2$ ) Persentase *moisture content* dihitung dengan rumus:

$$\text{persentase kadar air} = \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100\%$$

#### b. Analisis kadar lemak

Kadar lemak pada mocaf ditentukan dengan AOAC (2005). Mocaf sebanyak 50 gram dibungkus dengan kertas saring diletakkan di dalam ekstraktor dan diekstrak dengan pelarut n-heksan teknis pada suhu 75°C selama empat jam. Dengan empat jam ekstraksi ini, lemak dalam sampel sudah benar-benar terekstrak semua sehingga prosesnya dapat dihentikan. Selanjutnya, hasil yang diperoleh berupa

campuran lemak dan n-heksana didistilasi untuk memisahkan keduanya. Ekstrak berupa lemak dimasukkan ke botol yang sebelumnya telah ditimbang. Dipanaskan lagi pada suhu 80°C untuk mendapatkan hasil yang murni. Kemudian hasilnya ditimbang.

### c. Analisis kadar protein

Metode pengukuran kadar protein mengacu pada AOAC (2005). Kandungan protein ditentukan dengan analisis kandungan nitrogen. Jumlah total protein ditentukan dengan mengalikan jumlah nitrogen dengan faktor koreksi sebesar 6,25. Uji kandungan protein dilakukan dengan cara menguji kadar nitrogen dalam sampel (mocaf). Kemudian, hasilnya dikonversi dengan mengalikan kadar nitrogen yang didapat dengan 6,25. Hasil konversi yang didapat itu merupakan kandungan.

$$\% N = \frac{(V \text{ titrasi sampel} - V \text{ titrasi blanko}) \times N \text{ HCl} \times 14,008}{\text{Berat Sampel (mg)}} \times 100 \%$$

$$\text{Kadar protein (\% wb)} = \%N \times \text{fk (6,25)}$$

Keterangan:

V : Volume

N HCl : Normalitas HCl

% N : prosentasi kadar nitrogen dalam sampel

### d. Analisis kadar abu

Kandungan abu (*ash*) dalam mocaf ditentukan menggunakan AOAC (2005). Untuk penentuan kadar abu, cawan kosong dan bersih dipanaskan pada suhu 600°C selama satu jam dalam *muffle furnace*. Kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Berat cawan kosong dicatat sebagai  $W_1$ . Sebanyak 1 gram sampel (mocaf) ditaruh dalam cawan ( $W_2$ ) dan diletakkan dalam *muffle furnace* pada suhu

400°C selama enam jam. Cawan didinginkan dalam desikator dan ditimbang ( $W_3$ ). Persentase abu dihitung dengan rumus:

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

#### e. Analisis kadar serat pangan

Analisis serat pangan dilakukan mengacu pada metode multienzim (Asp, Johansson, Hallmer, & Siljestroem, 1983). Serat pangan terdiri atas serat pangan larut dan serat pangan tak larut. Analisis serat pangan diawali dengan menghaluskan sampel kemudian dihomogenkan. Sampel yang akan digunakan adalah sampel dalam keadaan tanpa lemak dan air. Oleh karena itu, dilakukan ekstraksi lemak dan pengeringan. Sampel tanpa lemak dan air ditimbang sebanyak 1 g, lalu ditambahkan 25 ml *buffer phospat* dan 0,1 ml enzim  $\alpha$  amilase (termamil). Selanjutnya, sampel diinkubasi dalam penangas air bergoyang pada suhu 80°C selama 15 menit. Setelah dipanaskan, sampel didinginkan dan ditambah 20 ml akuades, pengaturan pH menjadi 1,5 dengan menggunakan HCl 4N. Dilakukan penambahan 0,1 g pepsin dan sampel diinkubasi ke dalam penangas air bergoyang suhu 40°C selama 60 menit. Selanjutnya, dilakukan penambahan akuades 20 ml dan pengaturan pH menjadi 6,8 dengan menggunakan NaOH 4N. Setelah dilakukan pengaturan pH, sampel ditambahkan 0,1 g pankreatin dan diinkubasi dengan penangas air bergoyang suhu 40°C selama 60 menit, kemudian dilakukan pengaturan pH kembali dengan menggunakan HCl 4N hingga diperoleh larutan sampel dengan pH 4,5. Larutan disaring dengan *crucible porous* dan dicuci 2 x 10 ml akuades hingga didapatkan residu dan filtrat.

Untuk mengetahui kandungan kadar serat total pangan, perlu dihitung kadar serat pangan tak larut air (IDF) dan serat pangan larut air (SDF) dengan metode sebagai berikut:

i. *Analisis Serat Pangan Tak Larut Air (IDF)*

Residu yang diperoleh di dalam *crucible porous* dicuci dengan 2 x 10 ml etanol 90% dan 2 x 10 ml aseton. *Crucible porous* dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C sampai beratnya konstan, kemudian diabukan pada suhu 550°C. Selanjutnya, sampel didinginkan dan ditimbang hingga beratnya konstan serta dilakukan perhitungan dengan rumus berikut ini.

$$\text{IDF (g/100g)} = ((C-B)-(E-D))\text{-blanko} \times 100\%$$

Keterangan :

- A : Berat sampel
- B : Berat kertas saring kosong
- C : Berat kertas saring + residu setelah dioven
- D : Berat cawan porselen kosong
- E : Cawan porselen + abu setelah ditanur

ii. *Analisis Serat Pangan Larut Air (SDF)*

Filtrat yang diperoleh ditambahkan 100 ml etanol 95% hangat (60°C), kemudian didiamkan selama satu jam agar terjadi pengendapan. Sampel disaring dengan *crucible porous*. Residu yang diperoleh kemudian dicuci secara berturut-turut dengan 2 x 10 ml etanol 78%, 2 x 10 ml etanol 95%, dan 2 x 10 ml aseton. *Crucible porous* dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C hingga berat konstan, kemudian diabukan dalam suhu 550°C. Sampel yang telah dingin selanjutnya ditimbang hingga konstan dan dilakukan perhitungan dengan rumus berikut ini.

$$\text{SDF (g/100g)} = ((G-F)-(I-H))\text{-blangko} \times 100\%$$

Keterangan:

- A : Berat sampel
- F : Berat kertas saring kosong
- G : Berat kertas saring + residu setelah dioven
- H : Berat cawan porselen kosong
- I : Cawan porselen + abu setelah ditanur

Nilai serat pangan dihitung pada blangko dengan menggunakan prosedur di atas, tetapi tanpa sampel. Kadar serat pangan total merupakan penjumlahan dari kadar serat pangan tidak larut air dan serat pangan larut air.

$$\text{Kadar serat pangan total} = \text{IDF} + \text{SDF}$$

#### f. Analisis kadar karbohidrat

Analisis kadar karbohidrat merujuk kepada (Winarno, 2004) dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut :

$$\% \text{ karbohidrat} = 100\% - (\% \text{ protein} + \% \text{ lemak} + \% \text{ abu} + \% \text{ air} )$$

#### g. Analisis kadar pati

Metode pengujian ini dimulai dengan menimbang 2–5 gram contoh yang berupa bahan padat yang telah dihaluskan, ditambahkan 50 ml akuades dan aduk selama satu jam. Suspensi disaring dengan kertas saring dan dicuci dengan akuades sampai volume filtrat 250 ml. Pati yang menjadi residu pada kertas saring dicuci lima kali dengan 10 ml eter, biarkan eter menguap dari residu, kemudian dicuci lagi dengan 150 ml alkohol 10%. Residu dipindahkan secara kuantitatif dari kertas saring ke dalam *erlenmeyer* dengan pencucian 200 ml akuades dan menambahkan 20 ml HCl ± 25% (berat jenis 1,125). Selanjutnya, *erlenmeyer* ditutup dan disimpan dalam *water bath* selama 2,5 jam. Setelah dingin, dinetralkan dengan NaOH 45%, diencerkan sampai volume 450 ml kemudian disaring. Kadar gula ditentukan sebagai glukosa dari filtrat yang diperoleh. Penentuan glukosa sebagaimana penentuan gula reduksi. Berat pati ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Berat pati} = \text{Berat glukosa} \times 0,9$$



#### **h. Analisis kadar HCN**

Proses ini dimulai dengan menimbang sampel sebanyak 15 gr, lalu menambahkan 100 ml akuades dan meletakkannya pada labu Kjeldahl. Sampel dalam labu direndam selama dua jam. Setelah itu, ditambahkan lagi 100 ml akuades dan didistilasi dengan uap (*steam*). Hasil distilasi (distilat) ditampung dalam *erlenmeyer* berisi 20 ml NaOH 2,5%. Setelah distilat mencapai 150 ml, ditambahkan 8 ml NH<sub>4</sub>OH, 5 ml KI 5%, dan dititrisi dengan 0,02 N AgNO<sub>3</sub> sampai terjadi kekeruhan. Untuk mengecek kekeruhan, dapat dilakukan dengan meletakkan kertas karbon hitam di bawah labu titrasi.

#### **i. Pengujian mineral**

Pengujian mineral dapat dilakukan dengan menggunakan alat *inductively coupled plasma optical emission spectrometry* (ICP-OES). Sampel mocaf didestruksi terlebih dahulu sebelum diuji dengan alat ICP-OES. Sampel sebanyak 2 g dicampur dengan asam nitrat 10 ml, kemudian dipanaskan pada suhu 60°C selama 20 menit. Setelah itu larutan ditambah HCl sebanyak 5 ml dan dipanaskan pada suhu 60°C selama 20 menit. Kemudian, ditambah akuades sebanyak 100 ml dan dipanaskan pada suhu 60°C sampai larutan berkurang setengah dari volume awal. Larutan yang tersisa disaring menggunakan kertas saring. Kertas saring dibilas berulang kali dengan akuades sampai mineral larut sempurna. Larutan yang didapat diencerkan sampai 100 ml, kemudian diencerkan kembali hingga 50 kali pengenceran. Sampel 5–10 ml dianalisis dengan ICP-OES.

Karakteristik fisikokimia mocaf dapat pula ditentukan berdasarkan pada pengujian-pengujian sebagai berikut:

##### **a. Uji kelarutan (*solubility*)**

Pengujian dilakukan menggunakan metode Leach dkk. (2005). Analisis dilakukan dengan cara melarutkan sampel mocaf 1 g dengan 20 ml akuades, kemudian dimasukkan ke *waterbath* dan dipanaskan pada temperatur 60°C selama 30 menit. Supernatan

dipisahkan dengan alat *centrifuge* dengan kecepatan 3.000 rpm selama 20 menit, lalu diambil 10 ml, kemudian dikeringkan dalam oven. Endapan hasil pengeringan ini dicatat. Rumus persentase kelarutan adalah sebagai berikut:

$$\text{Kelarutan} = \frac{\text{berat endapan}}{\text{volume supernatant}} \times 100\%$$

b. Uji *swelling power*

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan 0,1 gram mocaf yang dilarutkan ke dalam 10 ml akuades. Larutan dimasukkan *waterbath* pada temperatur 60°C selama 30 menit. Supernatan dipisahkan dari pasta yang terbentuk dengan bantuan *centrifuge* dengan kecepatan 2.500 rpm selama 15 menit (Leach, Mc Cowen, & Schoch, 2005). Rumus *swelling power* adalah sebagai berikut:

$$\text{Swelling power} = (\text{berat pasta/berat kering})$$

c. Gugus karboksil

Gugus karboksil ditentukan dengan cara melarutkan 3 gram mocaf ke dalam 25 ml HCl 0,1 N dengan pengadukan selama 30 menit. *Slurry* disaring dan dicuci hingga tidak mengandung Cl<sup>-</sup>. Uji ada-tidaknya Cl<sup>-</sup> dilakukan dengan menggunakan AgNO<sub>3</sub>. Apabila masih terdapat Cl<sup>-</sup>, filtrat akan menjadi keruh. Endapan yang sudah tidak mengandung Cl<sup>-</sup> dilarutkan ke dalam 300 ml akuades, dipanaskan hingga terbentuk gelatin, dan dilanjutkan pemanasan hingga 15 menit. Larutan kemudian ditetesi indikator PP dan dilakukan titrasi NaOH 0,1 N. Prosedur pengujian gugus karboksil diulang menggunakan tepung tapioka.

$$\% \text{ Gugus Karboksil} = \frac{(\text{Vol. NaOH} - \text{Vol. NaOH tapioka}) \times 0,0045 \times 100\%}{\text{berat sampel}}$$

d. Uji daya serap air/*water absorption capacity* (WAC)

Sebanyak 10 ml akuades ditambahkan dalam 1 gram (*dry basis*) mocaf. Suspensi kemudian diaduk selama lima menit dan dipindahkan dalam tabung *sentrifuge* dan disentrifugasi pada kecepatan 3.500 rpm selama 30 menit pada suhu 25°C. Supernatan yang diperoleh diukur menggunakan gelas ukur 10 ml. Nilai daya serap air dihitung berdasarkan pada air yang diserap oleh bahan setelah sentrifugasi per volume air awal yang ditambahkan. Hasilnya dinyatakan sebagai persentase air diserap oleh pati dalam g/ml (Rauf & Sarbini, 2015).

e. Uji daya serap minyak/*oil absorption capacity* (OAC)

Minyak nabati dengan kerapatan 0,92 g/ml dicampurkan pada tepung (1,0 g tepung dalam 10 ml minyak) dan diaduk selama lima menit. Suspensi kemudian disentrifugasi pada kecepatan 3.500 rpm selama 30 menit. Minyak dipisahkan sebagai supernatan diukur menggunakan gelas ukur 10 ml. Nilai daya serap minyak dihitung berdasarkan pada banyaknya minyak yang diserap oleh sampel per volume minyak awal yang digunakan. Persentase daya serap minyak dinyatakan sebagai g/ml minyak yang terserap dalam pati (Ali dkk., 2016).

f. Warna

Pengukuran warna menggunakan alat *chromameter*. Alat dikalibrasi menggunakan porselen putih. Pengukuran di lima titik tiap perlakuan dihitung. Indeks warna putih (WI) didefinisikan sebagai total keputihan (*whiteness*) dari produk makanan dan mengindikasikan derajat perubahan warna atau penurunan pada beberapa produk selama penyimpanan. *Whiteness* merupakan salah satu atribut utama pengguna terakhir dari tepung/pati yang diinginkan, baik untuk rumah tangga maupun industri, dan sering digunakan untuk mengekspresikan mutu tepung/pati.

*Whiteness* didasarkan pada skala 0–100 dengan nilai tertinggi diskripsikan sebagai kecerahan.

## **F. Catatan Optimalisasi Proses Produksi Mocaf**

Dari uraian perbaikan proses produksi mocaf di atas, dapat dirumuskan beberapa hal penting mengenai pengolahan mocaf. yaitu:

1. Fermentasi tepung ubi kayu dengan menggunakan inokulum/ starter akan menghasilkan mutu mocaf yang lebih baik daripada tanpa inokulum (fermentasi spontan). Dilihat dari karakteristik kimia, fisika, dan sensorisnya, mocaf dengan penggunaan inokulum lebih memenuhi syarat mutu yang ditetapkan.
2. Perlunya dibuat standar operasional produksi pengolahan mocaf untuk menjadi acuan dalam pengolahan mocaf yang ramah lingkungan. Perlunya penanganan proses pembuatan mocaf yang ramah lingkungan sehingga limbah cair (dari hasil perendaman *chips*/fermentasi) dan limbah padatan (pengupasan) yang dihasilkan tidak mencemari lingkungan, dan bahkan jika memungkinkan dapat dimanfaatkan untuk diolah lebih lanjut menjadi produk yang bernilai ekonomi.
3. Beberapa inokulum dapat digunakan untuk fermentasi ubi kayu menjadi mocaf, seperti *L. plantarum*, *S. cerevisiae*, *R. oryzae*, dan *X. campestris*. Inokulum yang paling efektif menghasilkan mocaf ialah *L. plantarum*.
4. Dari keseluruhan proses pengolahan mocaf yang sangat kompleks, yang meliputi tahapan mulai penyiapan bahan baku sampai menjadi mocaf yang siap dipasarkan, pada prinsipnya semua proses menentukan kualitas mocaf yang dihasilkan, tetapi tahapan yang paling kritis adalah tahap fermentasi dan pengeringan *chips*. Perlu didalami faktor-faktor yang memengaruhi proses fermentasi mocaf, terutama dari sudut pandang mikrobiologi/bioproses, karena karakteristik mocaf yang dihasil-

kan sangat bergantung pada dinamika bioproses yang melibatkan mikrob fermentasi.

### Daftar Pustaka

- Ali, A., Wani, T. T., Wani, I. A., & Masoodi, F.A. (2016). Comparative study of the physicochemical properties of rice and corn starches grown in Saudian temperate. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Science*, 15(1), 75–82.
- AOAC. (2005). *Official of analysis of the association of official analytical chemistry*. 18<sup>th</sup> Ed. Airlington: AOAC Inc.
- Asp, N. G., Johansson, C. G., Hallmer, H., & Siljestroem, M. (1983). Rapid Enzymatic Assay of Insoluble and Soluble Dietary Fiber. *J. Agric. Food Chem.*, 31(3), 476–482. doi: 10.1021/jf00117a003.
- Aziah, N. A. A., Ho, L. H., Shazliana, N. A. A., & Bhat, R. (2012). Quality evaluation of steamed wheat bread substituted with green banana flour. *International Fod Research Journal*, 19(3), 869–876.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2011). *Standar Nasional Indonesia No. SNI 7622-2011 tentang Tepung Mocaf*. Jakarta.
- Brooker.D.B, Bakker-Arkema,FW., & Hall,CW. (1992) *Drying and storage of grains and oilseeds*. Connecticut. USA: The AVI Publising Company, Inc. Wesport.
- Danoe Ningrat, R. G. S. Surya. (2006). *Teknologi pengolahan teh hitam*. Bandung: Penerbit ITB.
- Darmawan, M. R., Andreas, P., Jos, B., & Sumardiono, S., (2013). Modifikasi ubi kayu dengan proses fermentasi menggunakan starter lactobacillus casei untuk produk pangan. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, 2(4), 137–145.
- Desrosier, N. W. (2008). *Teknologi pengawetan pangan*. Edisi Ketiga Terjemahan Muchji Muljoharjo. Jakarta: UI Press.
- Frediansyah, A., Kurniadi, M., Nurhikmat, A., & Susanto, A. (2012). Improving quality of mocaf (modified cassava flour) by bioprocess using Lactobacillus plantarum and utility for foodstuff. *Proceeding of International Seminar EGICPA 2012*. Yogyakarta, Indonesia.

- Gunawan, S., Widjaya, T., Zullaikah, S., Ernawati, L., Istianah, N., Apararta, H. W., & Prasetyoko, D. (2015). Effect of Fermenting cassava with *Lactobacillus plantarum*, *Saccharomyces cerevisiae*, and *Rhizopus oryzae* on the chemical composition of their flour. *International Food Research Journal*, 22(3), 1280–1287.
- Handerson, S. M., & Perry, M. E. (1976). *Agricultural process engineering*. 3th Edition. Wetsport Connecticut. USA: The Avi Publishing Company, Inc.
- Hukill, W. (1974). *Storage of cereal grains and their products*. Minnesota: The American Society of Cereal Chemists.
- Husniati, & Widhyastuti, N. (2013). Perbaikan mutu tepung singkong melalui teknologi fermentasi untuk menghasilkan tepung mocaf. *Jurnal Riset Industri*, 7(1), 5–33.
- Istadi, Sumardiono, & Anas. (2002). Penentuan konstanta pengeringan dalam sistem pengeringan lapis tipis (thin layer drying), *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Proses Kimia, Inovasi Produk Berkelanjutan*. Hotel Sahid Jaya Jakarta, 2002.
- Kurniati, L. I., Aida, N., Gunawan, S., & Widjaja, T. (2012). Pembuatan mocaf (modified cassava flour) dengan proses fermentasi *Lactobacillus plantarum*, *Saccharomyces cerevisiae*, dan *Rhizopus oryzae*. *Jurnal Teknik POMITS*, 1(1), 1–6.
- Laga, A. (2006). Pengembangan pati termodifikasi dari substrat tapioka dengan optimalisasi pemotongan rantai cabang menggunakan enzim pullulanase. *Prosiding Seminar Nasional PATPI*. Yogyakarta.
- Leach, H. W., Mc Cowen, L. D., & Schoch, T. J. (2005). Structure of the starch granules. Dalam: Swelling and Solubility Patterns of Various Starches. *Cereal Chem.*, 36, 534–544.
- Muladi. (2007). *Model sistem analisa pengeringan produk makanan*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Mardinawati, M. (2012). *Daya pembengkakan (swelling power) campuran tepung kimpul (Xantosoma sagittifolium) dan tepung terigu terhadap tingkat pengembangan dan kesukaan cake* (Skripsi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Sebelas Maret Surakarta).
- Murdani. (2015). Analisis berbagai macam sarter pada fermentasi mocaf. Diakses pada 9 April 2019 dari [Http://bbppketindan](http://bbppketindan).

bppsdm.pertanian.go.id//blog/analisis-berbagai-macam-starter-pada-fermentasi-mocaf.

- Nurhikmat, A., & Kurniadi, M. (2013). Pengaruh perendaman chips singkong menggunakan starter bakteri asam laktat pada pembuatan tepung mocaf. *Prosiding Seminar Nasional PATPI 2013*. Jember.
- Nurba, D. (2010). *Analisa distribusi suhu, aliran udara, RH dan kadar air dalam in store dryer (ISDS) untuk biji jagung*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Pratiwi, R. A. (2018). Pengaruh kombinasi jenis kemasan dan masa simpan terhadap sifat mikrobiologi, kimia, fisik, dan organoleptik tepung singkong fermentasi. Fakultas Teknologi Pangan dan Agro-industri Universitas Mataram. Diakses 30 April 2019 dari [http://eprints.unram.ac.id/11488/1/ARTIKEL%20ROSITA%20AYU%20PRATIWI\\_J1A%20014%20110.pdf](http://eprints.unram.ac.id/11488/1/ARTIKEL%20ROSITA%20AYU%20PRATIWI_J1A%20014%20110.pdf).
- Putri, N. A., Herlina, & Subagyo, A. (2018). Karakteristik mocaf (modified cassava flour) berdasarkan metode penggilingan dan lama fermentasi. *Jurnal Agroteknologi*, 12(01), 79–89.
- Rahayu, E. S. (2010). *Lactic acid bacteria and their role in food and health: Current research in Indonesia*. (Skripsi Sarjana Universitas Gajah Mada, Yogyakarta).
- Rauf, R., & Sarbini, D. (2015). Daya serap air sebagai acuan untuk menentukan volume air dan penentuan adonan roti dari campuran tepung terigu dan tepung singkong. *Agritech*, 35, 324–330.
- Ridwansyah, & Yusraini, E. (2013). Karakteristik fisik dan baking expansion tepung kasava termodifikasi dengan berbagai metode pengeringan. *Prosiding Seminar Nasional Peranan Teknologi pangan dan Gizi dalam Meningkatkan Mutu Keamanan dan Kehalalan Produk Pangan Lokal*. Medan.
- Sarinah, M., Ahmadun, & Arum, P. 2010. Effect of traditional cassava fermentation on chemical and sensory characteristics gari and fufu flour in West Africa. *Jurnal Teknologi Fermentasi*. 12: 96-104.
- Selian, N. A., Ridwansyah, & Ginting, S. (2019). Karakteristik mutu, fisik, kimia, dan fungsional tepung ubi kayu dan mocaf (modified cassava flour) dengan metoda pengeringan konvensional dan pengeringan mekanis. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 7(1), 66–72.

- Sodha, S. M., Narendra, K. B., Ashvini K. K., Pradeed, B., & Malik, M. A. S. (1987). *Solar crop drying*. Volume I. Florida: CRC Press.
- Subagio, A., Wiwik, S. W., Witono, Y., & Fahmi, F. (2008). *Prosedur operasi standar (POS) produksi mocaf berbasis kluster. buku panduan. rusnas diversikasi pangan pokok*. Jember: Kemenristek-Fakultas Pertanian Universitas Jember.
- Suharwaji, S., Angwar, M., Ariani, D., Khasanah, Y., & Widiastuti, W. (2013). Pengembangan pangan fungsional berbasis mocaf untuk perbaikan gizi. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan*, 5(7), 22–36.
- Supriyadi, D. (2012). *Studi pengaruh rasio amilosa dan amilopektin dan kadar air terhadap kerenyahan dan kekerasan model produk gorengan* (Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian IPB, Bogor).
- Sulistyo, J., & Nakahara, K. (2014). Cassava flour modification by micro-organism. *Conference: The 1st International Symposium on Microbial Technology for Food and Energy. Bangkok, Thailand: Kasetsart University, November. Page 1–8. doi: 10.13140/2.1.3702.4966*.
- Sushanti, G., & Sirwanti. (2018). Laju pengeringan chips mocaf menggunakan cabinet dryer. *Jurnal Galung Tropika*, 3, 229–235.
- Sundari, T. (2010). *Petunjuk teknis pengenalan varietas unggul dan teknik budidaya ubi kayu* (Report No.55.STE.Final). Malang: Balitbang Kacang-kacangan dan Umbi-umbian.
- Yulifianti, R., Ginting, E., & Utomo, J. S. (2012). Tepung kasava modifikasi sebagai bahan pangan substitusi terigu mendukung diversifikasi pangan. *Buletin Palawija*, 23, 1–12.
- Winarno, F. G. (2004). *Kimia pangan dan gizi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Wulandari & Mustofa. (2014). Karakteristik kimiawi tepung mocaf dengan variasi fermentasi spontan menggunakan youghurt sebagai starter culture. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 1(1), 18–22 .