



MODIFIED CASSAVA FLOUR (MOCAF)

Optimalisasi Proses dan Potensi
Pengembangan Industri
Berbasis UMKM



Buku ini tidak diperjualbelikan.

Editor:
Rahmi Lestari Helmi dan Yuniar Khasanah

MODIFIED CASSAVA FLOUR (MOCAF)

Optimalisasi Proses dan Potensi
Pengembangan Industri
Berbasis UMKM



Buku ini tidak diperjualbelikan.

Dilarang mereproduksi atau memperbanyak seluruh atau sebagian dari buku ini dalam bentuk atau cara apa pun tanpa izin tertulis dari penerbit.

© Hak cipta dilindungi oleh Undang-Undang No. 28 Tahun 2014

All Rights Reserved

Buku ini tidak diperjualbelikan.

MODIFIED CASSAVA FLOUR (MOCAF)

Optimalisasi Proses dan Potensi
Pengembangan Industri
Berbasis UMKM



Editor:
Rahmi Lestari Helmi dan Yuniar Khasanah

LIPI Press

Buku ini tidak diperjualbelikan.

© 2020 Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)
Balai Penelitian Teknologi Bahan Alam (BPTBA)

Katalog dalam Terbitan (KDT)
Modified Cassava Flour (Mocaf) Optimalisasi Proses dan Potensi Pengembangan Industri Berbasis UMKM/Rahmi Lestari Helmi dan Yuniar Khasanah(Ed.)–Jakarta: LIPI Press, 2020.

xvi hlm. + 188 hlm.; 14,8 × 21 cm

ISBN 978-602-496-153-4 (*e-book*)

1. Modified Cassava Flour 2. Industri UMKM

635.2

Copy editor : M. Sidik
Proofreader : Sonny Heru Kusuma
Penata isi : Landi Achmad dan Meita Safitri
Desainer sampul : Meita Safitri
Cetakan pertama : Oktober 2020



Diterbitkan oleh:
LIPI Press, anggota Ikapi
Gedung PDDI LIPI, Lantai 6
Jln. Jend. Gatot Subroto 10, Jakarta 12710
Telp.: (021) 573 3465
e-mail: press@mail.lipi.go.id
website: lipipress.lipi.go.id
 LIPI Press
 @lipi_press

Buku ini merupakan karya buku yang terpilih dalam Program Akuisisi Pengetahuan Lokal Tahun 2021 Balai Media dan Reproduksi (LIPI Press), Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.



Karya ini dilisensikan di bawah Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Daftar Isi



Daftar Gambar	vii
Daftar Tabel	ix
Pengantar Penerbit	xi
Kata Pengantar	xiii
Prakata	xv

BAB 1

Pentingnya Mengembangkan Mocaf (Catatan Pengantar)

<i>Yuniar Khasanah & Rahmi Lestari Helmi</i>	1
--	---

BAB 2

Optimalisasi Proses Produksi Mocaf Skala UMKM

<i>M. Kurniadi & Yuniar Khasanah</i>	21
--	----

BAB 3

Peran Mikrob dalam Proses Fermentasi Mocaf

<i>Ema Damayanti</i>	53
----------------------------	----

BAB 4

Peluang Pengembangan Industri Pangan Sehat Berbasis Mocaf

<i>Rahmi Lestari Helmi & Dhevi E.I.R. Mahelingga</i>	101
--	-----

BAB 5

Tantangan & Strategi Pengembangan UMKM Mocaf
di Masa Mendatang (Catatan Penutup)

Rahmi Lestari Helmi..... 155

Indeks 163

Daftar Singkatan..... 169

Daftar Istilah 173

Biografi Singkat Penulis..... 185

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Daftar Gambar



Gambar 1.1	Peta Negara-negara Pengimpor Tepung Terigu di Dunia Tahun 2018.....	3
Gambar 1.2	Konsumsi Tepung Terigu Nasional	4
Gambar 1.4	Luas Panen Ubi Kayu di Indonesia Berdasarkan pada Provinsi Tahun 1993–2015	6
Gambar 1.5.	Struktur Kimia Skopoletin.....	12
Gambar 1.6	Kandungan Skopoletin pada Daging dan Kulit Berbagai Varietas Ubi Kayu.....	13
Gambar 2.1	Diagram Alir Proses Produksi Mocaf.....	24
Gambar 2.2	Contoh Mesin Penggiling untuk Proses Mocaf	27
Gambar 2.3	Pengaruh Fermentasi terhadap Kadar Amilosa Mocaf.....	33
Gambar 3.1	Proses Pemecahan Polisakarida Pati (amilosa) oleh Enzim Amilase Menjadi Maltose dan Glukos.....	61
Gambar 3.2	Tahapan Reaksi Pemecahan Selulose oleh Enzim Selulase	62
Gambar 3.3	Proses Pemecahan Fitat oleh Enzim Fitase	64
Gambar 3.4	Pemecahan Glikosida Sianogenik Ubi Kayu oleh Enzim Linamarase.	65
Gambar 3.5	Reaksi Pemecahan Asam Sianida (HCN) oleh Enzim	65
Gambar 3.6	Pertumbuhan bakteri <i>Lactobacillus plantarum</i> dalam Medium Susu Skim dengan Penambahan Gula	79

Gambar 3.7	Proses pembuatan kultur kering BAL dengan <i>spray drying</i>	81
Gambar 3.8	Proses pembuatan kultur kering khamir dengan pengeringan oven.	82
Gambar 3.9	Perbandingan Penurunan HCN Ubi Kayu dengan Penambahan Bakteri yang Menghasilkan Enzim Linamarase.....	85
Gambar 4.1	Tahapan Kunci Pengembangan Produk Baru	106
Gambar 4.2	Tahapan Pengembangan Produk Baru	107
Gambar 4.3	Contoh Model Sikap Konsumen terhadap Pangan Fungsional	124
Gambar 4.4.	Klaster Industri	143

Daftar Tabel



Tabel 1.1	Konsumsi Tepung Terigu per Kapita (kg/kap/tahun).....	2
Tabel 1.2	Empat Negara Eksportir dan Volume Ekspor Ubi Kayu (rata-rata dalam ton)	8
Tabel 1.3	Perbandingan Sifat Kimia Mocaf dan Tepung Terigu....	10
Tabel 1.4	Syarat Mutu Mocaf Sesuai SNI 7622:2011.....	14
Tabel 2.1	Karakteristik Mutu Mocaf di Kudus.....	22
Tabel 2.2	Komposisi Kimia Ubi Kayu Kabupaten Kudus	22
Tabel 2.3	Kadar HCN pada Beberapa Ubi Kayu	23
Tabel 2.4	Karakteristik Mocaf Menggunakan Fermentasi Spontan dan Yoghurt.....	30
Tabel 2.5	Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Proksimat Mocaf Menggunakan Inokulum Komersial	31
Tabel 2.7	Karakteristik Fisik, Fungsional, dan Kimia dari Mocaf dengan Berbagai Pengeringan.....	37
Tabel 3.1	Jenis Enzim, Spesies Mikrob Penghasil dan Substrat Utama yang Dipecah pada Ubi Kayu.....	58
Tabel 3.2	Beberapa Jenis Inokulum yang Umum Digunakan pada Proses Pembuatan Mocaf.....	72
Tabel 3.3	Parameter Fermentasi Ubi Kayu dengan dan Tanpa Inokulum Campuran BAL dan Khamir	83
Tabel 3.4	Kandungan HCN pada Proses Pembuatan Mocaf dengan dan Tanpa Inokulum	84
Tabel 4.1	Kemungkinan Inovasi yang Berkaitan dengan Mocaf yang Memiliki Nilai Tambah.....	110

Tabel 4.2	Kondisi Umum Kesiapan Aspek Pasar Produk Baru Olahan Pangan Berbasis Mocaf (12 UMKM di Sekitar Gunungkidul dan Yogyakarta).....	114
Tabel 4.3	Kondisi Umum Kesiapan Produk Baru Aspek Teknis Olahan Pangan Berbasis Mocaf di Indonesia.	115
Tabel 4.4	Data Survei Preferensi Konsumen terhadap Makanan	116
Tabel 4.5	Data Sosiodemografi Responden	117
Tabel 4.6	Data Statistik Deskriptif Kuesioner Survei Pendahuluan Terkait Persepsi Konsumen dalam Pemilihan Makanan Sehat.....	118
Tabel 4.7	Model Persamaan Struktur untuk Pemilihan Pangan Fungsional (hipotesis kontras).....	124
Tabel 4.8	Skor Rerata Uji Organoleptik Olahan Pangan dengan Substitusi Mocaf	128
Tabel 4.9	Pengujian Anova untuk Tekstur Ketiga Formula Kue Kering dengan atau Tanpa Mocaf.....	129
Tabel 4.10	Pengujian Anova untuk Rasa Ketiga Formula Kue Kering dengan atau Tanpa Mocaf.....	129
Tabel 4.11	Pengujian Anova untuk Aroma Ketiga Formula Kue Kering dengan atau Tanpa Mocaf.....	130
Tabel 4.12	Pengujian Anova untuk Penampilan Ketiga Formula Kue Kering dengan atau Tanpa Mocaf.....	130
Tabel 4.13	Beberapa contoh kemungkinan klaim kesehatan dan gizi dari produk olahan pangan berbasis mocaf berdasarkan pada Peraturan Kepala BPOM RI No. 13 Tahun 2016.....	137
Tabel 4.14	Hasil Sintesis Prioritas dengan AHP untuk Menentukan Aspek-aspek Pengembangan Industri Mocaf Basis UMKM.....	147

Pengantar Penerbit



Sebagai penerbit ilmiah, LIPI Press mempunyai tanggung jawab untuk menyediakan terbitan ilmiah yang berkualitas. Upaya tersebut merupakan salah satu perwujudan tugas LIPI Press untuk turut serta mencerdaskan kehidupan bangsa sebagaimana yang diamanatkan dalam pembukaan UUD 1945.

Buku bunga rampai ini mengulas aspek-aspek bioteknologi berbasis mikrob yang sangat memengaruhi kualitas mocaf dan konsistensi tepung mocaf yang dihasilkan dilihat dari teknologi/ jenis-jenis fermentasi, jenis dan komposisi mikrob fermentasi, jenis enzim dan asam organik, serta kondisi lingkungan dan perlakuan fermentasi.

Kegiatan pengembangan mocaf juga harus dilihat dari aspek pengembangan industri UMKM secara berkelanjutan. Walaupun saat ini sebagian besar kegiatan pengembangan baru dilakukan pada skala rumah tangga atau tingkat UMKM, namun sudut pandang manajemen teknologi dan inovasi juga perlu dipahami, baik dari

Buku ini tidak diperjualbelikan.

aspek uji pasar secara terbatas, maupun perkembangan regulasi yang memengaruhi keberadaan pangan fungsional/pangan kesehatan.

Buku ini dapat dijadikan rujukan dan rekomendasi bagi pemangku kepentingan agar ketergantungan Indonesia pada bahan baku impor (tepung terigu) dapat dikurangi melalui pemanfaatan bahan baku lokal yang memiliki keunggulan kompetitif untuk menggantikan tepung terigu.

Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu proses penerbitan buku ini.

LIPI Press

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Kata Pengantar



Dalam 10 tahun terakhir ini, olahan pangan sehat berbahan baku ubi kayu, *modified cassava flour* (mocaf), banyak diminati masyarakat dan UMKM. Bahkan, pada 2005 Masyarakat Singkong Indonesia (MSI) telah menggiatkan “Gerakan Nasional Singkong Sejahtera Bersama”. Gerakan ini menargetkan daya produksi tepung mocaf mencapai 5,7 juta ton per tahun pada 2016 melalui pembangunan 600 klaster di 300 kabupaten di Indonesia. Gerakan ini penting artinya untuk mendorong kesadaran publik dan industri melalui penyuluhan di berbagai daerah untuk langkah percepatan dan diversifikasi pangan ke berbagai daerah dan swasta. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan kapasitas nasional dalam ketahanan pangan melalui produksi mocaf dan diversifikasinya serta menjamin pasokan bahan baku mocaf untuk industri.

Dalam perjalanannya, tidak mudah untuk membangun industri modern yang berbasis mocaf sesuai dengan rencana target awal ekstensifikasi lahan tanaman ubi kayu untuk menjamin ketersediaannya. Di luar aspek penyediaan bahan baku, banyak kendala lain yang dialami oleh pelaku usaha mocaf sehingga sampai saat ini mocaf kurang diminati industri besar. Kendala teknis produksi, penyediaan bahan baku, kesesuaian standar kualitas produk, penerimaan pasar, regulasi dan sistem insentif merupakan sedikit hambatan industrialisasi mocaf.

Untuk itu, kami memberikan apresiasi kepada penulis, yang sudah lebih dari tujuh tahun menggeluti pengembangan proses mocaf dan olahan pangan berbasis mocaf. Buku ini dapat menjadi rujukan bagi pelaku usaha, praktisi dan akademisi, aspek-aspek teknis dalam mengelola proses mocaf, termasuk aspek pasar dan manajemen inovasi mocaf. Sejak 2012, dalam upaya mengembangkan tepung mocaf dan pangan berbasis mocaf, Balai Penelitian Teknologi Bahan Alam (BPTBA) LIPI Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta, melalui fasilitasi anggaran insentif Sistem Inovasi Nasional (Sinas) Ristek dan skema pendanaan iptek untuk daerah (iptekda) telah banyak mengelola kegiatan kemitraan produksi dan pengembangan tepung mocaf dengan petani dan UMKM di berbagai daerah, baik di Jawa Tengah maupun di sekitar Yogyakarta.

Walaupun usaha tepung mocaf saat ini sebagian besar dikelola skala rumah tangga dan UMKM, tidak tertutup kemungkinan produk ini diproduksi dalam skala lebih besar untuk mengurangi ketergantungan Indonesia pada impor gandum. Peran lembaga riset menjadi strategis untuk memberikan solusi bagi pelaku industri sehingga mocaf layak menjadi produk unggulan nasional berbahan baku lokal yang kompetitif. Kontribusi iptek dibutuhkan pada hampir semua aspek pengembangan mocaf, mulai dari penyediaan bibit unggul, optimasi proses, penyediaan inokulum, aspek penerimaan pasar, rantai nilai, hingga rekomendasi regulasi yang tepat untuk tumbuh-kembangnya industri ini.

Akhir kata, kami mengucapkan selamat kepada tim penulis, semoga banyak pemangku kepentingan yang dapat mengambil manfaat dari buku ini.

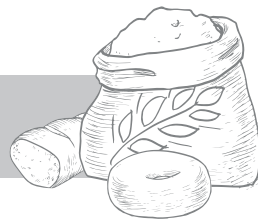
Gunungkidul, Desember 2019

Kepala BPTBA LIPI

Satriyo Krido Wahono, Ph.D.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Prakata



Syukur alhamdulillah, buku berjudul *Modified Cassava Flour (Mocaf): Optimalisasi Proses dan Potensi Pengembangan Industri Berbasis UMKM* dapat kami selesaikan. Penulisan buku ini dilatarbelakangi oleh sedikitnya empat alasan berikut ini. *Pertama*, ketergantungan yang tinggi industri pangan nasional akan impor gandum. Asosiasi Produsen Tepung Terigu Indonesia (Aptindo) mencatat bahwa volume impor gandum Indonesia pada 2017 naik sekitar 9% menjadi 11,48 juta ton dari tahun sebelumnya. Demikian pula nilainya meningkat 9,9% menjadi US\$ 2,65 miliar dari sebelumnya. *Kedua*, berdasarkan pada data impor gandum tersebut, ironisnya, 64% kebutuhan tepung terigu nasional digunakan oleh industri kecil (UMKM) untuk pembuatan usaha toko kue (*bakery*), biskuit, keik, hingga kue basah. Aptindo juga menyatakan bahwa sejak 2008 sesungguhnya produsen sudah menggunakan mocaf sebagai bahan baku campuran produksi dalam volume yang beragam, dengan campuran substitusi pada produk pangan dapat mencapai 50%. Fluktuasi volume produksi dan harga mocaf membuat produsen tepung terigu kesulitan memastikan pasokan bahan baku tersebut. Dengan demikian, penguatan kapasitas UMKM dalam pengembangan produk pangan berbasis mocaf ini perlu didukung karena pada kenyataannya kelompok usaha inilah yang paling tangguh dalam menghadapi krisis ekonomi di masa-masa lampau. *Ketiga*, isu pangan sehat atau pangan fungsional mendapatkan perhatian yang sangat besar dari masyarakat global. Isu ini mengemuka karena setiap tahun

Buku ini tidak diperjualbelikan.

kebutuhan pangan ini terus meningkat sejalan dengan meningkatnya kesadaran dan pemahaman masyarakat akan gaya hidup sehat dan konsep makanan sehat. Kebutuhan makanan sehat terus meningkat sejalan juga dengan makin tingginya usia harapan hidup sehingga diperlukan bahan pangan yang dapat mencegah penyakit dan meningkatkan kualitas hidup manusia. Oleh sebab itu, inovasi dalam mencari alternatif bahan pangan sehat terus dilakukan. *Keempat*, ubi kayu adalah bahan baku sumber pangan pertanian lokal yang berpotensi digunakan sebagai bahan baku tepung sebagai substitusi tepung terigu. Tanaman ini memiliki keunggulan sebagai berikut: dapat tumbuh di lahan marginal, memiliki kandungan nutrisi yang dapat dioptimalkan melalui proses fermentasi, perawatan tanaman relatif mudah, dan persebaran tanaman relatif luas.

Buku ini bertujuan memberikan informasi, data, pertimbangan, dan rujukan bagi pemangku kepentingan (akademisi, pelaku usaha, regulator/pemerintah, petani, pemerhati, dan masyarakat umum) dalam mengembangkan tepung mocaf serta produk olahan pangan berbasis mocaf. Mengembangkan tepung mocaf berarti pula membangun sinergi yang kuat di antara pemangku kepentingan tersebut dalam mendukung kemandirian pangan. Dari sisi kebutuhan teknologi, masih diperlukan peran lembaga riset dan perguruan tinggi untuk mencari terobosan teknologi dalam rangka menjamin standarisasi produk serta menjamin keberlangsungan pasokan bahan baku ubi kayu.

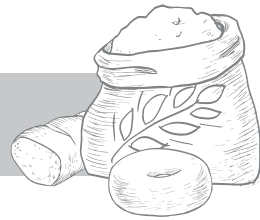
Kami ucapkan terima kasih kepada tim penelitian “Model Pembelajaran Publikasi untuk Meningkatkan Produktivitas Buku bidang Pangan Fungsional” melalui program Insinas Ristekdikti 2018 dan 2019 yang telah memfasilitasi kegiatan penyusunan buku ini.

Gunungkidul, Desember 2019

Editor

Buku ini tidak diperjualbelikan.

BAB 1



Pentingnya Mengembangkan Mocaf (Catatan Pengantar)

Yuniar Khasanah & Rahmi Lestari Helmi

Pemanfaatan potensi lokal sebagai bahan substitusi tepung terigu penting untuk dipertimbangkan dengan tetap memenuhi syarat sebagai komoditas pangan yang ekonomis dan menyehatkan. Tingginya kebutuhan tepung di masyarakat mengakibatkan terjadinya peningkatan nilai impor tepung terigu. Salah satu bahan pangan lokal yang memiliki potensi unggul adalah ubi kayu. Untuk melihat seberapa besar peluang substitusi tepung terigu, perlu didalami data kebutuhan, ketersediaan ubi kayu, keunggulan nilai tambah gizi, dan potensi pengembangan ekonomi bahan mocaf dari ubi kayu.

A. Peningkatan Kebutuhan Tepung Terigu

Tepung terigu merupakan bahan baku makanan yang digunakan secara luas untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Permintaan makin meningkat untuk pemenuhan konsumsi terigu berasal dari industri hingga skala rumah tangga. Permintaan akan tepung terigu tidak terlepas dari banyaknya produk pangan yang terus dikem-

bangkan sampai saat ini. Peningkatan konsumsi terigu ini terus terjadi bahkan diprediksi akan terus mengalami kenaikan. Menurut data Asosiasi Produsen Tepung Terigu (Aptindo) tahun 2016, konsumsi terigu masyarakat Indonesia sejak 2007 sudah mencapai 17,5 kg/kap/tahun. Pada 2008, konsumsi per kapita tepung terigu menurun sebesar 12% atau sekitar 15,3 kg/kap/tahun. Akan tetapi, konsumsi tepung terigu mengalami kenaikan secara terus-menerus, mulai 2009 hingga 2016. Pada 2016, konsumsi tepung terigu tercatat sebesar 22,3 kg/kap/tahun sebagaimana Tabel 1.1.

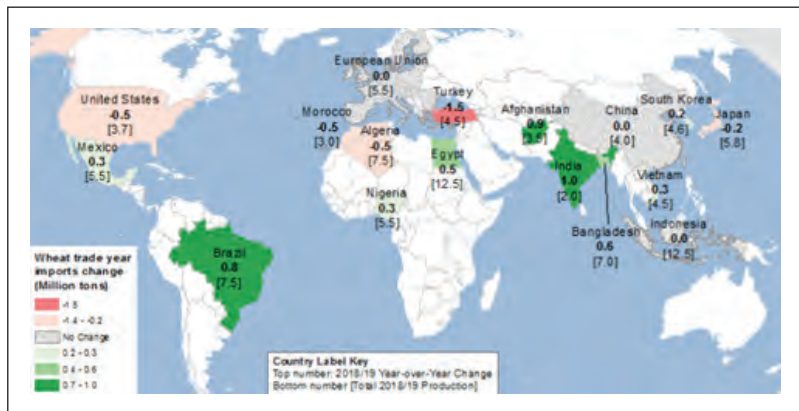
Tabel 1.1 Konsumsi Tepung Terigu per Kapita (kg/kap/tahun)

Tahun	Konsumsi (kg/kap/tahun)	Pertumbuhan (%)
2007	17,5	3
2008	15,3	-12
2009	17,0	11
2010	18,6	9
2011	19,5	5
2012	20,6	5
2013	21,1	3
2014	21,9	3
2015	21,3	-3
2016	22,3	5

Sumber: Aptindo (2016a)

Kebutuhan tepung terigu nasional pada 2017 diperkirakan menembus 8,79 juta ton (Laoli, 2017). Namun, kebutuhan tepung terigu ini tidak dapat dipenuhi sendiri karena keterbatasan produksi tepung terigu dalam negeri dan mendorong terjadinya impor tepung terigu yang cukup besar. Konsumsi tepung terigu Indonesia mencakup 12% dari konsumsi pangan Indonesia. Oleh karena itu, impor tepung terigu terus membengkak, dari 3,74 juta ton pada 2003 hingga mencapai 4,5 juta ton pada 2005. Kondisi ini menjadikan

Indonesia sebagai importir tepung terigu terbesar keenam. Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA) dalam laporan *World Agricultural Supply and Demand Estimates* (Bond, 2018) pernah memprediksi Indonesia bakal menjadi negara pengimpor tepung terigu terbesar periode 2017–2018 dengan volume 12,50 juta ton, menggantikan posisi Mesir. Mesir yang selama ini tercatat sebagai pengimpor tepung terigu terbesar di dunia, pada periode 2017–2018 (Juli–Juni) diprediksi “hanya” mengimpor 12 juta ton. USDA dalam laporannya menyebutkan bahwa impor tepung terigu Indonesia naik karena permintaan bahan makanan dan pakan meningkat. Selain itu, pertumbuhan penduduk dan pendapatan serta tren diet mengikuti pola negara-negara barat yang mengonsumsi kue-kue kering, mi instan, dan daging unggas membuat permintaan akan gandum meningkat. Peta pertumbuhan permintaan impor tepung terigu dapat dilihat pada Gambar 1.1.

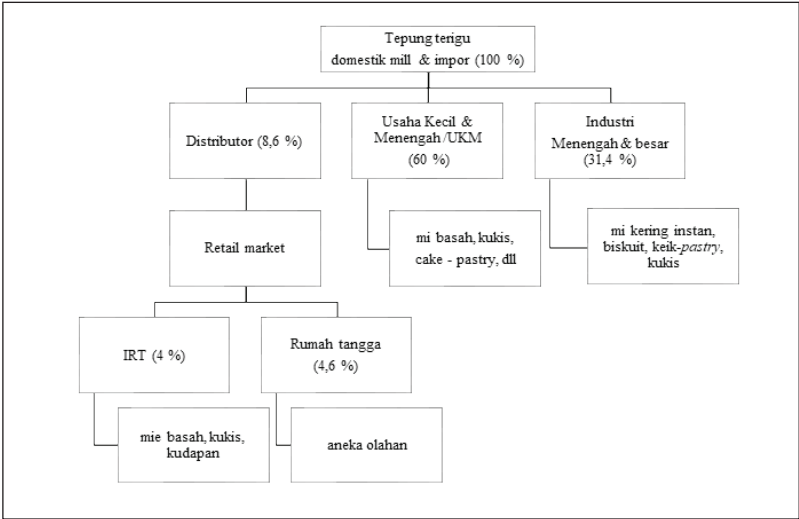


Sumber: Bond (2018)

Gambar 1.1 Peta Negara-negara Pengimpor Tepung Terigu di Dunia Tahun 2018

Menurut Aptindo (2016b), pengguna tepung terigu dibagi dalam tiga kategori, yaitu distributor (8,6%), usaha kecil dan menengah/UKM (60%), serta industri menengah dan besar (31,4%). Hampir

40% terigu diserap untuk konsumsi rumah tangga, baik dalam bentuk mi basah maupun mi kering, 25% untuk industri roti, 20% industri mi instan, dan 15% untuk industri kue dan biskuit, serta 5% untuk gorengan seperti yang ditampilkan pada Gambar 1.2.



Sumber: Aptindo (2016b)

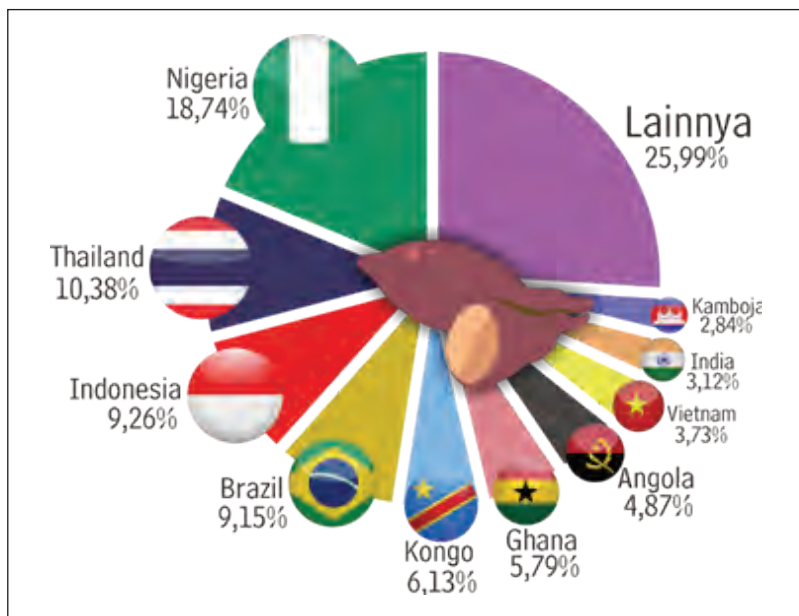
Gambar 1.2 Konsumsi Tepung Terigu Nasional

B. Ubi Kayu sebagai Salah Satu Bahan Baku Tepung Substitusi Tepung Terigu

Upaya pengurangan ketergantungan terhadap penggunaan terigu terus dilakukan dengan melakukan pemberdayaan dan pemanfaatan bahan pangan lokal untuk pembuatan tepung berbasis umbi-umbian lokal, seperti garut, ganyong, ubi jalar, dan ubi kayu. Di antara jenis umbi-umbian tersebut, ubi kayu merupakan tanaman yang paling banyak dimanfaatkan dan dikembangkan untuk kebutuhan industri, terutama dalam bentuk tepung tapioka atau tepung singkong. Untuk melihat potensinya sebagai substitusi tepung terigu, perlu didalami potensi ubi kayu sebagai salah satu bahan baku substitusi tepung terigu yang potensial.

Ubi kayu merupakan salah satu komoditas unggulan di Indonesia. Selain sebagai sumber karbohidrat, ubi kayu juga dimanfaatkan untuk bahan baku industri dan pakan ternak. Ubi kayu memiliki nilai gizi yang cukup baik, yaitu mengandung kalori 146,00 kkal, air 60%, pati 25–35%, fosfor 40,00 mg, kalsium 33,0 mg, protein 1,2 mg, besi 0,7 mg, lemak 0,30 mg, dan vitamin B1 0,06 mg (Salim, 2011).

Indonesia termasuk 10 negara produksi ubi kayu tertinggi di dunia, setelah Nigeria dan Thailand. Menurut data Pusdatin Pertanian (2016), produsen ubi kayu dunia didominasi oleh negara Asia dan Afrika. Indonesia menempati urutan ketiga dengan pangsa produksi sebesar 9,26% rata-rata produksi sebesar 23,90 juta ton. Komposisi data produksi ubi kayu dunia dapat dilihat pada Gambar 1.3.

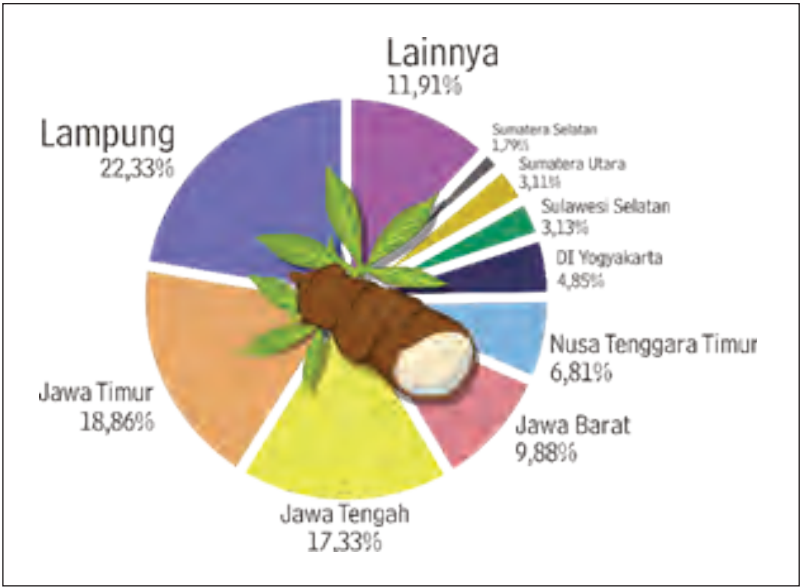


Sumber: Pusdatin Pertanian (2016)

Gambar 1.3 Sepuluh Negara dengan Produksi Ubi Kayu Terbesar di Dunia

Produksi ubi kayu di Indonesia terkonsentrasi di delapan provinsi dengan produksi sebesar 91,21%. Urutan pertama Provinsi Lampung dengan rata-rata produksi mencapai 7,74 juta ton dengan produksi mencapai 33,93%, disusul Provinsi Jawa Tengah dengan produksi ubi kayu nasional sebesar 16,68% atau mencapai rata-rata produksi 3,81 juta ton, dan Provinsi Jawa Timur sebesar 15,71% atau mencapai produksi rata-rata 3,59 juta ton. Lima provinsi sentra lainnya dengan kisaran produksi 2,34–9,21% adalah Provinsi Jawa Barat, Sumatra Utara, DI Yogyakarta, Nusa Tenggara Timur, dan Sulawesi Selatan masing-masing berkontribusi sebesar 9,21%; 6,10,%; 3,99%; 3,25%; dan 2,34% (Pusdatin Pertanian, 2016).

Merujuk pada data luas panen ubi kayu menurut provinsi (ha) yang dirilis oleh BPS (2015), perkembangan rata-rata luas panen ubi



Sumber: BPS (2015)

Gambar 1.4 Luas Panen Ubi Kayu di Indonesia Berdasarkan pada Provinsi Tahun 1993–2015

kayu pada 1993–2015 menunjukkan ada sembilan provinsi sentra ubi kayu dengan kontribusi luas panen sebesar 88,09%. Provinsi Lampung dengan rata-rata luas panen mencapai 273,10 ribu ha cukup dominan berada di urutan pertama dengan luas panen mencapai 22,33%, selanjutnya Provinsi Jawa Timur berkontribusi terhadap luas panen ubi kayu nasional sebesar 18,86% atau mencapai rata-rata luas panen 230,62 ribu hektare, dan Provinsi Jawa Tengah sebesar 17,33% atau mencapai luas panen rata-rata 211,95 ribu ha. Lima provinsi sentra lainnya dengan kisaran luas panen antara 1,79% hingga kurang dari 9,88% adalah Provinsi Jawa Barat, Nusa Tenggara Timur, DI Yogyakarta, Sulawesi Selatan, Sumatra Utara, dan Sumatra Selatan. Tiap daerah berkontribusi sebesar 9,88%; 6,81%; 4,85%, 3,13%, 3,11%; dan 1,79%, sebagaimana Gambar 1.4.

Tingginya permintaan ubi kayu untuk kebutuhan industri dunia menyebabkan kegiatan ekspor dari negara-negara produsen ubi kayu terus meningkat sejak 10 tahun terakhir. Pertumbuhan volume ekspor tertinggi terjadi pada 2004, yaitu mencapai 1.467,13% atau mencapai volume ekspor 448,60 ribu ton. Peningkatan volume ekspor tersebut memicu peningkatan nilai ekspor komoditas tersebut pada tahun yang sama, yaitu US\$4 juta dan dalam bentuk olahan US\$36,9 juta. Ekspor ubi kayu sebesar 1.609,22% atau mencapai nilai US\$57,35 juta. Indonesia mengekspor ubi kayu dalam bentuk segar ataupun olahan, yaitu berupa tepung pati ubi kayu (*cassava flour*), ubi kayu keping kering (*cassava shredded*), dan ubi kayu pelet (*cassava pellets*). Ekspor ubi kayu Indonesia, terutama ke Taiwan, Filipina, Australia, Malaysia, Inggris, dan Brunei Darusalam. Indonesia merupakan satu dari empat negara pengekspor utama ubi kayu di dunia, setelah Thailand dan Vietnam serta diikuti Kostarika sebagaimana Tabel 1.2. Nilai ekspor dari Indonesia sekitar 117,24 ribu ton atau hanya menguasai pangsa ekspor ubi kayu dunia 1,77% (Pusdatin Pertanian, 2016).

Tabel 1.2 Empat Negara Eksportir dan Volume Ekspor Ubi Kayu (rata-rata dalam ton)

Negara	Tahun				
	2009	2010	2011	2012	2013
Thailand	4.357.294	4.27.380	3.73.5209	3.877.315	3.858.560
Vietnam	3.301.915	1.700.440	2.680.178	2.232.301	2.454.726
Indonesia	168.062	145.217	105.331	109.532	117.410
Kostarika	81.895	92.359	85.765	89.613	91.055

Sumber: Pusdatin Pertanian (2016)

Dari data tersebut diketahui bahwa terjadi tren penurunan ekspor ubi kayu dari Indonesia selama periode 2009–2013. Terjadi sedikit peningkatan pada akhir periode 2013. Hal ini menunjukkan bahwa pada periode 2009–2013 terdapat penurunan kemampuan penyediaan bahan baku ubi kayu, yang dapat disebabkan oleh alih fungsi lahan pertanian dan perkebunan untuk kegiatan ekonomi lainnya. Kemungkinan lainnya adalah terjadi peningkatan aktivitas penciptaan nilai tambah bahan baku ubi kayu di dalam negeri dalam bentuk olahan tepung, termasuk *modified cassava flour* (mocaf). Pada awal periode tersebut, banyak kegiatan penciptaan nilai tambah dan pengembangan industri skala UMKM yang memanfaatkan bahan baku ubi kayu, misalnya untuk produksi mocaf atau produk pangan olahan berbasis mocaf. Kesadaran masyarakat untuk memilih alternatif tepung-tepungan yang lebih sehat dan alami sekaligus mengurangi ketergantungan produk tepung terigu, makin mendorong banyak pihak (industri, lembaga riset, perguruan tinggi, dan pemerintah/regulator) dalam mengembangkan mocaf dan produk pangan berbasis mocaf.

C. Keunggulan Fungsional Mocaf Dibandingkan Tepung Terigu

Prospek pengembangan mocaf dari ubi kayu di Indonesia cukup menjanjikan. Hal ini didukung oleh beberapa faktor, seperti potensi bahan baku ubi kayu yang melimpah, harga jual yang lebih kompetitif daripada tepung terigu, keunggulan fungsional mocaf lebih baik daripada tepung terigu. Selain itu, karakteristik mocaf yang mirip tepung terigu menjadikannya sangat cocok untuk menggantikan tepung terigu dalam industri makanan. Keunggulan lainnya adalah teknologi pengolahan mocaf lebih adaptif sehingga dapat diterapkan di UKM.

Hal yang membedakan mocaf dibandingkan tepung ubi kayu atau tepung tapioka adalah bahwa mocaf diproses melalui proses fermentasi untuk memodifikasi sel ubi kayu dengan memanfaatkan bakteri asam laktat (BAL) (Subagio, 2007). Proses fermentasi ini menghasilkan karakteristik tepung yang berbeda, bahkan lebih baik daripada tepung ubi kayu dan tapioka. Beberapa karakteristik tepung tersebut antara lain derajat viskositas, kemampuan gelasi, daya rehidrasi, warna, aroma (*flavor*), kadar protein, daya cerna, kadar serat, dan kemudahan melarut yang lebih baik serta toksisitas yang lebih rendah (Khasanah, Nurhayati, Ariani, & Kurniadi 2009; Setiavani, 2013; Subagio, 2007). Kandungan gizi dan karakteristik mocaf yang mendekati karakteristik tepung terigu bisa digunakan sebagai pengganti tepung terigu dalam beberapa pembuatan olahan pangan. Demikian pula cita rasa mocaf menjadi netral karena menutupi cita rasa ubi kayu sampai 70% (Subagio, Windrati, Witono, & Fahmi 2008).

Salah satu keunggulan komparatif mocaf dibandingkan tepung lainnya adalah dari aspek kandungan gizi sebagaimana ditampilkan pada Tabel 1.3. Dari data gizi mocaf, mocaf lebih unggul dibandingkan tepung terigu dalam hal kadar kalsium yang lebih tinggi dibandingkan terigu, tetapi memiliki kandungan lemak dan

kalori yang relatif lebih rendah. Mocaf juga mengandung mineral fosfor dan besi yang tidak ditemukan pada terigu. Pada jenis ubi kayu tertentu, bahkan memiliki kandungan provitamin A atau beta karoten (Rahman, 2007; Said, 1991).

Tabel 1.3 Perbandingan Sifat Kimia Mocaf dan Tepung Terigu

Parameter	Mocaf	Tepung Terigu
Kalori (kal)	363	1.356
Air (g)	10,91	12
Proterin (g)	1	1,7–16
Lemak (g)	0,4–0,8	1,2–2,9
Karbohidrat (g)	84,9	48
Kalsium (mg)	60	3,1–4,6
Fosfor (mg)	80	-
Besi (mg)	3,5	-
Vitamin A (mg)	0,08	-
Vitamin B (mg)	-	-
Vitamin C (mg)	-	-

Sumber: Rahman (2007), Said (1991), data diolah kembali

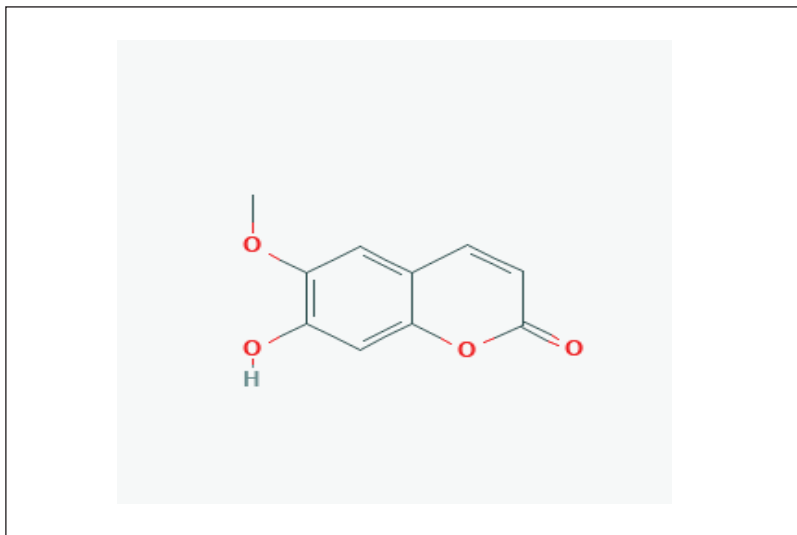
Subagio (2006) melaporkan bahwa mikroba yang tumbuh pada ubi kayu menghasilkan enzim pektinolitik dan selulolitik yang dapat menghancurkan dinding sel ubi kayu sehingga terjadi pembebasan granula pati. Proses pembebasan granula pati ini menyebabkan perubahan karakteristik dari tepung yang dihasilkan berupa naiknya viskositas, kemampuan gelasi, daya rehidrasi, dan kemudahan melarut. Selanjutnya, granula pati tersebut mengalami hidrolisis dan menghasilkan monosakarida sebagai bahan baku untuk menghasilkan asam-asam organik. Senyawa asam ini bercampur dalam tepung sehingga ketika tepung tersebut diolah akan menghasilkan aroma dan cita rasa yang khas yang dapat menutupi aroma dan cita rasa ubi kayu yang cenderung tidak disukai konsumen.

Mocaf juga memiliki nilai fungsional pangan yang tinggi, seperti meningkatkan daya cerna, menurunkan kadar HCN, memperbaiki aroma, tinggi serat, bebas gluten, dan mengandung skopoletin (Gunawan dkk., 2015; Wijaya, Dinia, Has, Febriyanti, & Anwar, 2014). Tidak adanya kandungan gluten pada mocaf menjadikan tepung ini lebih toleran bagi para penyandang autisme, diabetes, alergi, dan penyakit pencernaan.

Masyarakat global makin berupaya mencari alternatif bahan pangan yang tidak mengandung gluten. Keberadaan zat ini sering kali dikaitkan dengan populasi penyandang autisme. Penyandang autisme dianjurkan tidak mengonsumsi bahan-bahan yang mengandung gluten. Autismes dapat disebabkan oleh berbagai faktor, baik gangguan psikiatri, kelebihan opioid, gluten-kasein, genetik, okistosis, imunitas, alergi makanan, maupun kelainan saluran cerna (Judarwanto, 2015). Penderita autisme tidak mampu mencerna gluten dan kasein karena tidak memiliki enzim dipeptidilpeptidase IV (DPP-IV) yang berfungsi untuk mencerna protein. Hal ini disebabkan oleh faktor genetik atau enzim tersebut tidak aktif akibat mekanisme autoimun sehingga menyebabkan terjadinya akumulasi opioid. Salah satu terapi pengaturan pola makan bagi penderita autisme adalah menghindari gluten, kasein, monosodium glutamat, aspartam, pewarna makanan, dan pemberian vitamin B6 (Breton, 2001; Herminiati, 2009).

Mocaf juga diketahui mengandung skopoletin yang sangat bermanfaat bagi kesehatan. Skopoletin merupakan hidrosikumarin berupa umbeliferon yang mengandung gugus metoksi pada posisi 6 (Gambar 1.5). Dalam tanaman, skopoletin memiliki peran sebagai pengatur pertumbuhan tanaman dan metabolisme tanaman.

Beberapa studi menunjukkan bahwa skopoletin memiliki aktivitas antikanker (Kim dkk., 2005; Tabana dkk., 2016), (Malik dkk., 2011), antidiabetes tipe 2 (Zhang dkk., 2010), antihiperglikemik (Panda & Kar, 2006), memperbaiki memori dan daya ingat (Hornick dkk., 2011), serta antihipertensi (Safitri & Ismawati, 2018).



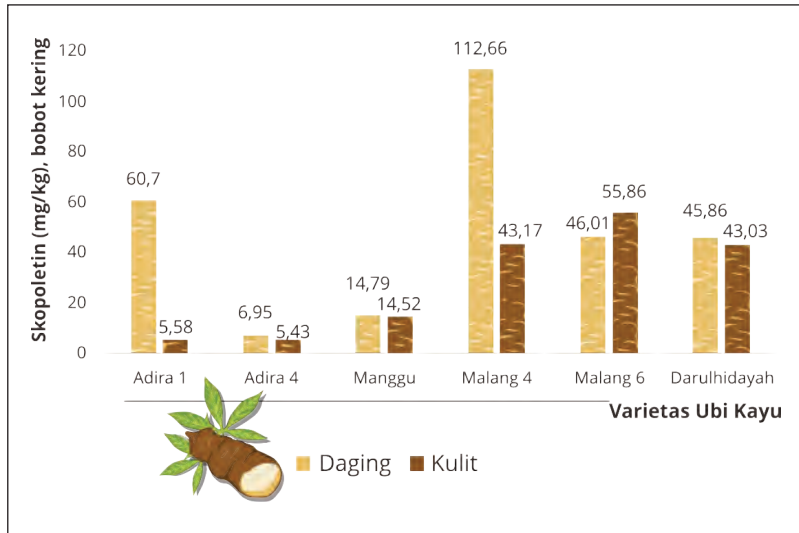
Sumber: Pubchem (2019)

Gambar 1.5 Struktur Kimia Skopoletin

Skopoletin pada ubi kayu terdapat pada daging dan kulit. Penelitian Wijaya dkk. (2014) pada ubi kayu menunjukkan kandungan skopoletin berkisar dari 6,95 mg/kg (varietas Adira 4) sampai 112,66 mg/kg (varietas Malang 4) (Gambar 1.6). Diketahui pula bahwa proses pengolahan ubi kayu menjadi produk lain, salah satunya mocaf, masih menyisakan kandungan skopoletin, walaupun terjadi penurunan seiring dengan lamanya waktu penyimpanan (Gnonlonfin, Gbaguidi, Gbenou, Sanni, & Brimer, 2011).

D. Status Pengembangan Mocaf Saat Ini

Tren pasar produk bebas gluten dan makanan sehat diprediksi tumbuh dengan cepat serta ada pasar yang sangat potensial untuk produk yang berbasis mocaf. Mocaf digunakan sebagai bahan baku untuk membuat berbagai produk makanan, seperti kue, mi, bakso, kerupuk, dan makanan ringan tradisional di industri rumah



Sumber: Wijaya dkk. (2014)

Gambar 1.6 Kandungan Skopoletin pada Daging dan Kulit Berbagai Varietas Ubi Kayu

tangga. Beberapa produk makanan tradisional Indonesia terbuat dari berbagai jenis tepung, seperti tepung beras dan tepung sagu dapat dikembangkan dan diformulasi ulang menggunakan mocaf (Khasanah dkk., 2019).

Penggunaan mocaf untuk pembuatan aneka olahan menghasilkan karakter organoleptik yang lebih baik dibandingkan produk serupa dari tepung terigu, bahkan dalam beberapa hal timbul sifat khas yang berkorelasi positif. Tekstur dari biskuit dan kukis yang relatif lebih renyah serta cita rasa yang khas jika dibandingkan olahan serupa dari tepung terigu. Kandungan asam laktat dari mocaf menimbulkan aroma pemasakan yang kuat saat produk baru dikeluarkan dari oven. Dengan karakteristik tersebut, mocaf sangat cocok sebagai produk olahan pangan kaya serat untuk menu diet (Subagio, 2006; Subagio, 2007)

Untuk menjamin standar mutu dan keamanan pangan yang menggunakan mocaf, Badan Standardisasi Nasional (BSN) sudah

mengeluarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk tepung mocaf yang mengacu pada SNI 7622:2011 (Tabel 1.4).

Tabel 1.4 Syarat Mutu Mocaf Sesuai SNI 7622: 2011

No.	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Kadaan		
1.1	Bentuk	-	Serbuk halus
1.2	Bau	-	Normal
1.3	Warna	-	Putih
2.	Benda asing	-	Tidak ada
3.	Serangga dalam semua bentuk stadia dan potongan-potongan yang tampak	-	Tidak ada
4.	Kehalusan		
4.1	Lolos ayakan 100 mesh (b/b)	%	Min.90
4.2	Lolos ayakan 80 mesh (b/b)	%	100
5.	Kadar air (b/b)	%	Maks. 13
6.	Abu (b/b)	%	Maks. 1,5
7.	Serat kasar (b/b)	%	Maks. 2,0
8.	Derajat putih (Mg)=100)	-	Min. 87
9.	Belerang dioksida (SO2)	-	Min. 87
10.	Derajat asam	mL NaOH 1N/100 g	Maks. 4,0
11.	HCN	mg/kg	Maks. 10
12.	Cemaran logam		
12.1	Cadmium *Cd)	mg/kg	Maks. 0,2
12.2	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 0,3
12.3	Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40,0
12.4	Merkuri (Hg)	mg/kg	Maks. 0,05
13.	Cemaran arsen (As)	mg/kg	Maks. 0,5
14.	Cemaran mikrob		

No.	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
14.1	Angka lempeng total (35°C, 48 jam)	Koloni/g	Maks. 1×10^6
14.2	<i>Escheria coli</i>	APM/g	Maks. 10
14.3	<i>Bacillus cereus</i>	Koloni/g	$<1 \times 10^4$
14.4	Kapang	Koloni/g	Maks. 1×10^4

Sumber: BSN (2011)

Secara fisik, mocaf memiliki karakteristik menyerupai tepung terigu, yaitu lolos ayakan 80 dan 100 mesh, tidak berbau, kadar air rendah, dan warna yang dihasilkan lebih putih daripada tepung terigu. Sifat yang demikian sangat cocok sebagai bahan substitusi tepung terigu. Dengan demikian, mocaf dapat digunakan secara luas pada industri makanan sebagaimana industri yang menggunakan tepung terigu.

Untuk memastikan produk akhir berupa mocaf sesuai dengan standar mutu yang dipersyaratkan, perlu dipastikan proses produksi yang tepat, yang dimulai dari tahap pemilihan bahan baku ubi kayu yang sesuai untuk produksi ini. Secara garis besar tahapan proses pengolahan mocaf meliputi sortasi bahan baku, pengupasan kulit, perajangan, fermentasi, penirisan, pengepresan, penjemuran/pengeringan, penepungan, pengeringan tepung, pengayakan, dan pengeemasan.

Selain faktor kesediaan pasokan bahan baku yang berkesinambungan, kendala teknis produksi mocaf secara komersial (utamanya di UMKM) banyak disebabkan oleh inefisiensi proses pengolahan mocaf sehingga menghasilkan produk mocaf yang tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan. Ketidaksesuaian tersebut dapat disebabkan kurangnya pengetahuan produsen mocaf terhadap pemilihan bahan baku, metode penggunaan inokulum/*starter*, waktu efektif fermentasi, serta metode pengeringan. Dari aspek pasar juga terpetakan masih minimnya pengetahuan masyarakat terkait

dengan makanan sehat berbasis mocaf, serta belum ketersediaan produk mocaf secara meluas di pasar sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Saat ini, sebagian kegiatan produksi dilakukan oleh UMKM dengan sarana produksi dan pengetahuan yang terbatas sehingga kualitas produk tepung dan olahan pangan yang dihasilkan dari mocaf masih sangat bervariasi dan sulit memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan sesuai SNI 7622:2011.

Beberapa kajian aspek dari berbagai macam sudut pandang akan disajikan dalam buku ini. Aspek pertama adalah aspek teknis proses produksi dalam rangka optimalisasi proses pembuatan mocaf dari pemilihan bahan baku sampai pengemasan dan pengujian tepung mocaf yang berbasis data-data hasil penelitian. Informasi perbaikan dan penyempurnaan proses pembuatan mocaf ini difokuskan untuk menumbuhkembangkan usaha berbasis UMKM melalui pemanfaatan teknologi tepat guna. Aspek tersebut juga mencakup hasil-hasil penelitian untuk mengoptimalkan seluruh proses pembuatan mocaf, baik yang dilakukan oleh LIPI maupun pihak-pihak lain di dalam dan luar negeri. Dari keseluruhan tahapan proses pembuatan mocaf yang panjang dan kompleks, salah satu proses yang paling kritis adalah tahap fermentasi yang memanfaatkan mikrob. Oleh karena itu, perlu dideskripsikan lebih detail aspek dan peran mikrobiologi dalam menunjang keberhasilan proses fermentasi mocaf, yang menggunakan ubi kayu sebagai substrat fermentasi. Pengetahuan teknologi jenis-jenis fermentasi substrat, jenis, dan komposisi mikrob fermentasi, karakteristik jenis enzim dan asam organik, serta kondisi lingkungan dan perlakuan fermentasi merupakan faktor-faktor yang sangat memengaruhi kualitas dan konsistensi mocaf yang dihasilkan. Pengetahuan spesifik mengenai penyediaan dan proses yang melibatkan inokulum/*starter* ini sangat penting, mengingat proses fermentasi juga ditujukan selain untuk mendapatkan karakteristik fisik tepung yang diinginkan, meminimalisasi kandungan asam organik (HCN), serta memastikan

bahan nutrisi dan senyawa fungsional lainnya dalam ubi kayu dapat dipertahankan.

Kegiatan pengembangan mocaf juga harus dilihat dari aspek pengembangan industri secara berkelanjutan. Walaupun saat ini sebagian besar kegiatan pengembangan baru dilakukan pada skala rumah tangga atau tingkat UMKM, sudut pandang manajemen teknologi dan inovasi juga perlu dipahami. Hasil kajian respons pasar secara terbatas terkait konsep makanan sehat dan pangan fungsional dibahas lebih dalam pada aspek tersebut. Jika mocaf dan turunannya dianggap suatu produk baru bagi masyarakat, tentu masih ada banyak hal yang perlu menjadi perhatian banyak pihak, lebih dari sekadar perbaikan teknik/proses produksi dan olahannya. Salah satu hal yang juga perlu mendapat perhatian adalah regulasi teknis yang mengatur keberadaan pangan kesehatan atau pangan fungsional sehingga kegiatan pengembangan dan keberlangsungan usaha UMKM tidak terhambat.

Daftar Pustaka

- Aptindo. (2016a). Indonesia wheat flour consumption and growth. 28 Oktober 2016. Diakses pada 17 Desember 2019 dari <http://aptindo.or.id/2016/10/28/indonesia-wheat-flour-consumption-growth/>.
- Aptindo. (2016b). Industri tepung terigu nasional. 26 Oktober 2016. Diakses pada 17 Desember 2019 dari <http://aptindo.or.id/2016/10/26/industri-tepung-terigu-nasional/>.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2011). Standar nasional Indonesia No. SNI 7622-2011 tentang tepung mocaf. Jakarta.
- Bond, J. K. (2018). Wheat Outlook. Economic research Service-Situation. Ers.usda.gov. Diakses pada 25 Desember 2019 dari <https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/88972/whs-18e.pdf?v=0>.
- Breton, M. L. (2001). *Diet intervention and autism*. London and Philadelphia: Jessica Kingsley Publishers.

- BPS. (2015). *Luas Panen Ubi Kayu Menurut Provinsi (ha), 1993–2015*. Diakses pada 9 April 2020 dari <https://www.bps.go.id/dynamictable/2015/09/09/879/luas-panen-ubi-kayu-menurut-provinsi-ha-1993-2015.html>.
- Gnonlonfin, B. G. J., Gbaguidi, F., Gbenou, J. D., Sanni, A., & Brimer, L. (2011). Changes in scopoletin concentration in cassava chips from four varieties during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(13), 2344–2347.
- Gunawan, S., Widjaja, T., Zullaikah, S., Ernawati, L., Istianah, N., Aparamarta, 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.
- Herminiati, A., (2009). Diet makanan untuk penyandang autisme. *Jurnal Pangan*, 54(18), 90–95.
- Hornick, A., Lieb, A., Vo, N. P., Rollinger, J. M., Stuppner, H., & Prast, H. (2011). The coumarin scopoletin potentiates acetylcholine release from synaptosomes, amplifies hippocampal long-term potentiation and ameliorates anticholinergic- and age-impaired memory. *Neuroscience*, 197, 280–292. doi:10.1016/j.neuroscience.2011.09.006.
- Judarwanto (2015). Intervensi diet pada penderita autisme. 24 Maret 2015. Diakses pada 16 Desember 2019 dari <https://jurnalpediatri.com/2015/03/24/intervensi-diet-pada-penderita-autis/>.
- Khasanah, Y., Nurhayati, R., Ariani, D., Kurniadi, M. (2019). Characteristics and consumer acceptance of product based on modified cassava flour (mocaf) produced by SME in Gunungkidul. *International conference on Natural Product and Bioresource Science*, 23–24 Oktober 2019.
- Kim, E.-K., Kwon, K.-B., Shin, B.-C., Seo, E.-A., Lee, Y.-R., Kim, J.-S., & Ryu, D.-G. (2005). Scopoletin induces apoptosis in human promyeloleukemic cells, accompanied by activations of nuclear factor κ B and caspase-3. *Life Sciences*, 77(7), 824–836. doi:10.1016/j.lfs.2005.02.003.

- Laoli, N. (2017). Impor gandum 2017 diprediksi tembus 8,79 juta ton. Diakses pada 17 Desember 2019 dari <https://industri.kontan.co.id/news/impor-gandum-2017-diprediksi-tembus-879-juta-ton>.
- Malik, A., Kushnoor, A., Saini, V., Singhal, S., Kumar, S., & Yadav, Y. C. (2011). In vitro antioxidant properties of scopoletin. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research Res*, 3(3), 659–665.
- Panda, S., & Kar, A. (2006). Evaluation of the antithyroid, antioxidative and antihyperglycemic activity of scopoletin from *Aegle marmelos* leaves in hyperthyroid rats. *Phytotherapy Research: PTR*, 20(12), 1103–5. doi:10.1002/ptr.2014.
- Pubchem. (2019). Scopoletin. US National Library of Medicine. Diakses pada 16 Desember 2019 dari <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/5280460#section=Depositor-Provided-PubMed-Citations>.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian (Pusdatin Pertanian). (2016). Outlook komoditas pertanian tanaman pangan ubi kayu. Jakarta: Kementan RI. ISSN: 1907–1507.
- Rahman, A. M. (2007). *Mempelajari karakteristik kimia dan fisik tepung tapioka dan mocal (modified cassava flour) sebagai penyalut kacang pada produk kacang salut* (Skripsi, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor).
- Safitri, A. R., & Ismawati, R. (2018). Efektifitas teh buah mengkudu dalam menurunkan tekanan darah lansia dengan hipertensi (Studi di UPTD. Griya Werdha Kota Surabaya Tahun 2018). *Amerta Nutr.*, 163–171. doi: 10.2473/amnt.v2i2.2018.163-171.
- Said, Z. (1991). *Karakteristik fisika-kimia dan fungsional tepung ubi kayu (manihot esculenta crantz) dengan ragam cara pengolahan*. Bogor: Program Pascasarjana IPB.
- Salim, E. (2011). *Mengolah singkong menjadi tepung moca*. Yogyakarta: ANDI Publishing.
- Setiavani, G. (2013). Teknologi pembuatan makanan dengan menggunakan tepung moca sebagai substitusi tepung terigu. Diakses pada 20 Maret 2015 dari <http://www.stppmedan.ac.id>.
- Subagio, A. (2006). Ubi kayu substitusi berbagai tepung-tepungan. *Food Review*, 1(3), 18–22.

- Subagio, A. (2007). *Industrialisasi modified cassava flour (mocaf) sebagai bahan baku industri pangan untuk menunjang diversifikasi pangan pokok nasional*. Jember: Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.
- Subagio, A., Windrati, W. S., Witono, Y., & Fahmi, F. (2008). *Prosedur operasi standar (POS) produksi mocaf berbasis klaster*. Southeast Asian Food and Agricultural Science and Technology (SEAFST) Center, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Tabana, Y. M., Hassan, L. E. A., Ahamed, M. B. K., Dahham, S. S., Iqbal, M. A., Saeed, M. A., ... & Oon, C. E. (2016). Scopoletin, an active principle of tree tobacco (*Nicotiana glauca*) inhibits human tumor vascularization in xenograft models and modulates ERK1, VEGF-A, and FGF-2 in computer model. *Microvasc. Res.*, 107, 17–33.
- Wijaya, H., Dinia R., Has, D. N. R., Febriyanti, E., & Anwar, C. (2014). Identifikasi kandungan skopoletin dalam berbagai jenis umbi-umbian. *Journal of Agro-based Industry*, 31(1), 11–15.
- Zhang, W. Y., Lee, J. J., Kim, Y., Kim, I. S., Park, J. S., & Myung, C. S. (2010). Amelioration of insulin resistance by scopoletin in high-glucose-induced, insulin-resistant hep G2 cells. *Hormone and Metabolic Research*, 42(13), 930–935.

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, Daplang, 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.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 2.1 Karakteristik Mutu Mocaf di Kudus

Sampel Tepung	Derajat Putih (%)	Viscositas (%)	pH	Kadar Air (%)
Varietas Markonah	85,25	196,05	4,1	8,55
Varietas Ketan	84,15	193,68	4,0	10,32
Varietas Daplang	84,35	200,28	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	87,00	--	>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

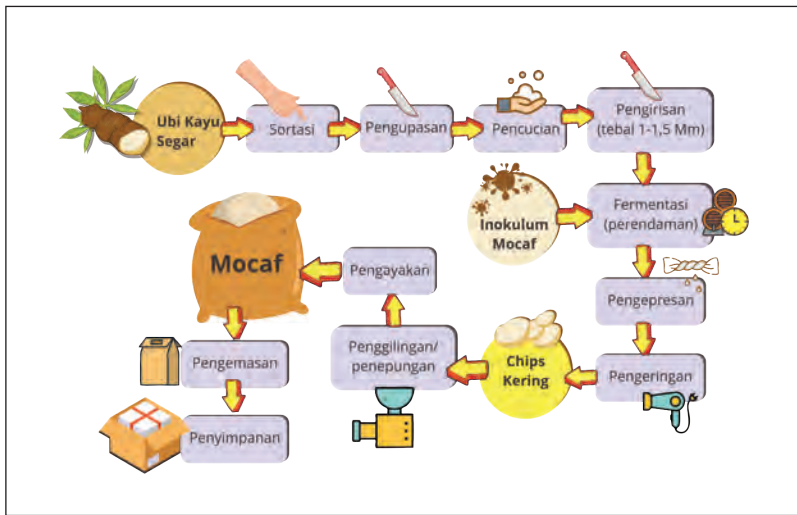
Sumber: Sundari (2010)

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 mikrob 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 ± 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 ^a	11,957 ^b
Kadar Pati	81,594 ^a	79,934 ^b
Kadar Protein	0,982 ^a	0,935 ^a
Kadar Lemak	4,904 ^a	4,650 ^a
Kadar Abu	0,437 ^a	0,321 ^b
Kadar Serat	1,472 ^a	1,795 ^b
Kalsium (mg/100g)	0,309 ^a	0,321 ^b
Besi (mg/100g)	73,279 ^b	54,041 ^b
Fosfor (mg/100g)	217,843 ^b	178,596 ^b
HCN (ppm)	110,612 ^b	23.751 ^b

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 mikrob 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%.

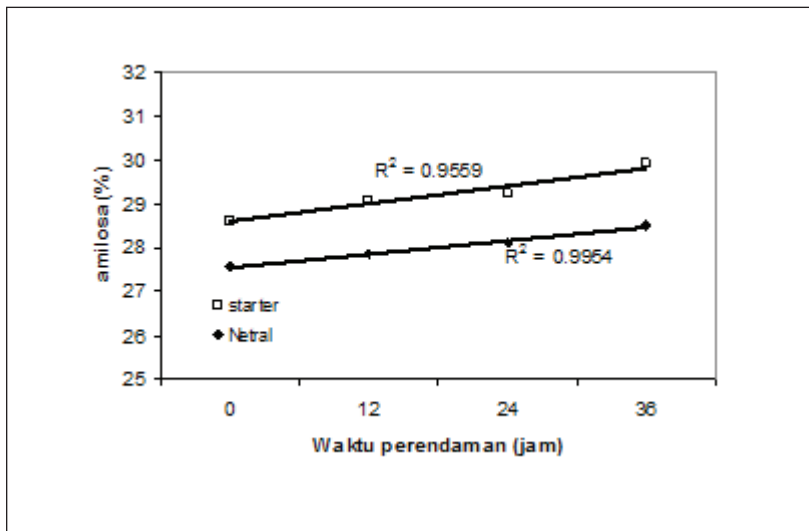
Husniati dan Widhyastuti (2013) dalam penelitiannya melaporkan bahwa kandungan pati ubi kayu yang difermentasi dengan inokulum lebih tinggi, yaitu 77–79%, dibandingkan ubi kayu tanpa fermentasi, yaitu 75% dan derajat putih mocaf yang menggunakan inokulum campuran bakteri asam laktat, khamir, dan bakteri 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 α 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. orizae*, 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 mikrob 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). Pengering 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 α 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 $\pm$ 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_4OH , 5 ml KI 5%, dan dititrasi dengan 0,02 N AgNO_3 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⁻. Uji ada-tidaknya Cl⁻ dilakukan dengan menggunakan AgNO₃. Apabila masih terdapat Cl⁻, filtrat akan menjadi keruh. Endapan yang sudah tidak mengandung Cl⁻ 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*. 18th 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.

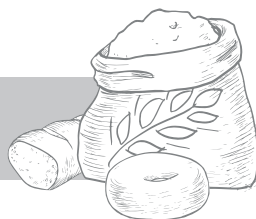
- Gunawan, S., Widjaya, T., Zullaikah, S., Ernawati, L., Istianah, N., Apararta, H. W., & Prasetyoko, D. (2015). Effect of Fermenting cassava with *Lactobacillus plantarum*, *Saccharomyces cerevisiae*, and *Rhizopus oryzae* on the chemical composition of their flour. *International Food Research Journal*, 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.
- 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 .

BAB 3



Peran Mikrob dalam Proses Fermentasi Mocaf

Ema Damayanti

Pada proses fermentasi seperti proses pembuatan mocaf yang menggunakan ubi kayu sebagai substratnya, mikrob memiliki peranan yang sangat penting. Peran penting mikrob ini disebabkan oleh mikrob sebagai agen bioreaktor yang dapat menghasilkan enzim-enzim penting yang memiliki andil besar dalam metabolisme senyawa antinutrisi dan meningkatkan nutrisi ubi kayu serta memperbaiki karakteristik fisikokimia mocaf yang dihasilkan.

A. Ubi kayu sebagai Substrat Pertumbuhan Mikrob

Ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz), sebagai bahan baku utama dari mocaf, merupakan sumber kalori yang penting di negara-negara tropis dan sumber makanan pokok di 24 negara di Afrika (Nwokoro & Anya, 2011; Nhassico, Muquingue, Cliff, Cumbana, & Bradbury, 2008). Sebanyak 65–70% dari total produksi ubi kayu digunakan untuk konsumsi manusia dan ternak, 25–30% untuk keperluan industri dan 10% berupa limbah (Alamu, Maziya-Dixon, & Dixon, 2017). Kebutuhan ubi kayu untuk industri di Indonesia umumnya

Buku ini tidak diperjualbelikan.

berupa *chips*/gaplek, tepung, tapioka, serta pemanis, seperti *high-fructose syrup*, dekstrosa, maltosa, dan sorbitol, juga dimanfaatkan sebagai sumber bahan bakar baru, yaitu etanol (Wargiono & Richana, 2008).

Komposisi nutrisi ubi kayu sebagian besar adalah karbohidrat berupa pati (80% berat kering) dan sebagian kecil berupa protein dengan kadar rendah hanya 0,5–3% (Morgan & Choct, 2016; El Sarkhawy, 2004). Ubi kayu memiliki keunggulan pada jenis serat pangan yang ditemukan pada ubi kayu segar, tepung, dan pati berturut-turut sebesar 6,9%, 13,4%, dan 11,67%. Serat pangan yang berbentuk karbohidrat kompleks sangat penting bagi kesehatan, yaitu mencegah berbagai penyakit dan sebagai komponen penting dalam terapi gizi (Masniah & Yusuf, 2013). Ubi kayu dinilai lebih baik daripada beras dari segi komposisi nutrisi karena tinggi kandungan makronutrien (kecuali protein) dan mikronutrien, seperti serat pangan, dan juga memiliki indeks glikemik yang lebih rendah sehingga dianggap sebagai pangan fungsional. Serat pangan pada ubi kayu berupa serat larut (*soluble fiber*) dan serat tidak larut (*non-soluble fiber*). Serat larut berfungsi memperlambat pencernaan pati, menurunkan kadar gula darah, dan kebutuhan insulin. Serat tidak larut berperan mengurangi risiko kanker usus, wasir, dan difterkulosi. Oleh karena itu, ubi kayu tidak hanya cocok untuk konsumsi penderita diabetes, tetapi juga untuk menjaga kesehatan organ saluran cerna (Wargiono & Richana, 2008).

Nutrisi yang terkandung dalam ubi kayu, baik makronutrien maupun mikronutrien, terdiri atas komponen karbon, nitrogen, hidrogen, dan mineral penting, seperti besi, fosfor, kalsium, dan sejumlah kecil vitamin yang merupakan sumber substrat dan mineral bagi pertumbuhan mikrob. Selain memiliki kandungan nutrisi yang bermanfaat, ubi kayu diketahui mengandung antinutrien yang keberadaannya tidak diharapkan. Mikrob dapat memanfaatkan dan memetabolisme komponen nutrisi dan antinutrien dari ubi kayu selama proses fermentasi.

a. Antinutrisi sebagai faktor pembatas dalam ubi kayu

Hampir seluruh bagian pohon ubi kayu, dari daun sampai umbi, mengandung sejumlah besar glikosida sianogenik berupa linamarin dan lotaustralin. Linamarin berjumlah 95% dari total sianoglikosida yang terkandung dalam ubi kayu (Nwokoro & Anya, 2011). Sianogen ubi kayu ditemukan dalam tiga bentuk, yaitu glikosida sianogenik (95% linamarin dan 5% lotaustralin), sianohidrin, dan sianida bebas (Montagnac, Davis, & Tanumihardjo, 2009). Kandungan antinutrien sianida sangat bergantung pada jenis atau kultivar ubi kayu. Kandungan sianida pada ubi kayu dengan kategori tidak beracun berkisar < 50 ppm, beracun sedang berkisar 50–100 ppm, dan sangat beracun berkisar >100 ppm (Cardoso dkk., 2005). Kandungan linamarin (ekuivalen dengan HCN, *hydrogen cyanide*) pada ubi kayu jenis pahit, bahkan dapat mencapai 900–2.000 mg/kg berat ubi kayu segar (Nhassico dkk., 2008). Kandungan sianida dalam bentuk glikosida sianogenik yang berupa linamarin dan lotaustralin dalam ubi kayu menjadi faktor pembatas utama dalam pemanfaatannya sebagai sumber pangan dan pakan (Padmaja & Steikraus, 2009).

Sianida pada ubi kayu diketahui dapat menyebabkan keracunan dengan gejala sakit kepala, mual, pusing, diare, dan muntah. Keracunan akut dapat memperparah gondok dan kretinisme, khususnya di daerah yang kekurangan yodium, menyebabkan konzo dan *tropical ataxic neuropathy* (TAN) serta kekerdilan pada anak-anak (*stunting*), gangguan saraf, hingga kematian (Nhassico dkk., 2008; Ojo & Akande, 2013). Konzo terjadi pada 1993 terhadap lebih dari 3.700 penduduk di beberapa negara Afrika, yang ditandai dengan kelumpuhan *irreversible* secara tiba-tiba akibat kerusakan neuron motorik karena konsumsi sianida dan pangan rendah protein (Nzwalo & Cliff, 2011). Konsumsi sianida dalam jumlah tinggi dan terus-menerus pada orang dewasa juga diketahui dapat menyebabkan gondok, kretinisme, kelumpuhan, dan gangguan saraf.

Selain sianida, antinutrien lain yang terdapat dalam ubi kayu adalah fitat, tanin, dan polifenol (Oyetayo, 2006; Montagnac dkk., 2009). Kandungan fitat pada ubi kayu segar sebesar 225,64 mg/100 g, sedangkan tanin 0,52% (Oyetayo, 2006). Polifenol dalam ubi kayu terdapat dalam bentuk galloktekin, katekin, dan katekin gallat. Akumulasi polifenol terjadi ketika ubi kayu mengalami kerusakan (Montagnac dkk., 2009).

Antinutrien fitat (inositol heksakisfosfat) bersifat mengikat protein dan mineral dalam saluran cerna sehingga menghambat penyerapan dan penggunaannya oleh tubuh. Fitat juga mengganggu penyerapan zat besi dan zink sebagai nutrisi esensial. Sementara itu, walaupun diketahui memiliki fungsi sebagai antioksidan, antinutrien polifenol juga dapat mengikat mineral esensial sehingga menyebabkan hambatan dalam absorpsi oleh tubuh (Montagnac dkk., 2009).

Berbagai upaya dilakukan untuk membuat ubi kayu aman dikonsumsi. Upaya tersebut umumnya bertujuan mengurangi kadar antinutrisi, khususnya sianida; memodifikasi pati; serta memperpanjang daya simpan dari ubi kayu (Adegunwa, Sanni, & Maziya-Dixon, 2011). Beberapa keunggulan yang didapatkan dengan teknik fermentasi antara lain meningkatkan kadar protein dan menurunkan kadar HCN pada produk ubi kayu (Akindahunsi, Obboh, & Oshodi, 1999), membawa perubahan sifat fisikokimia dan sifat fungsionalnya (Tanya, Darman, Ejoh, Mbahe, & Hamidou, 2006), umbi menjadi lebih lunak, glikosida sianogenik indigenus (linamarin dan lotaustralin) akan terdegradasi, dan didapatkan karakteristik rasa yang khas (Oyewole & Sanni, 1995).

b. Tipe fermentasi ubi kayu

Teknik fermentasi pada proses pengolahan ubi kayu dibagi menjadi dua tipe, yaitu:

1. Fermentasi alami atau spontan dengan mengandalkan mikroba yang secara alamiah ada pada substrat ubi kayu.
2. Fermentasi terkendali dengan menggunakan inokulum berupa mikroba tertentu yang ditambahkan pada substrat ubi kayu.

Fermentasi alami dalam proses pengolahan ubi kayu hanya mengandalkan mikroba alami yang terdapat dalam ubi kayu. Mikroba alami ubi kayu dapat bersumber dari tanah yang terbawa selama proses pemanenan, air yang digunakan dalam proses fermentasi atau mikroba yang berasal dari kulit atau ubi kayu itu sendiri. Perubahan komposisi mikroba selama proses fermentasi secara tradisional pada bahan baku ubi kayu mengakibatkan adanya perubahan komposisi biokimia (Tivana, Bvochora, Mutukumira, Owens, & Zvauya, 2007). Proses fermentasi ubi kayu secara alami melibatkan banyak mikroba spesifik, antara lain bakteri asam laktat (BAL), bakteri selulolitik, dan khamir (*yeast*) amilolitik (Achi & Akomas, 2006).

Fermentasi alami tidak dapat mengendalikan mikroba kontaminasi yang mungkin ada. Oyetayo (2006) menyebutkan, pada proses fermentasi *pupuru* menggunakan air mengalir, ditemukan sejumlah mikroba patogen, seperti *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, dan *Staphylococcus aureus*. Ojo dan Akande (2013) juga menyebutkan bahwa fermentasi alami ubi kayu umumnya dilakukan melalui teknik fermentasi padat/*solid state fermentation* (SSF) yang diakhiri dengan proses penjemuran di bawah sinar matahari dan penyimpanan sebelum dikonsumsi. Proses ini sangat berpotensi terjadinya kontaminasi kapang penghasil mikotoksin, seperti yang terjadi pada proses pembuatan *gari*. Pada proses pembuatan galek juga ditemukan kapang kontaminan, antara lain *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp., dan *Rhizopus* sp. (Yulineri, Hardiningsih, & Suciati, 1997). Pada penelitian lain juga ditemukan berbagai jenis *Aspergillus* pada galek, yaitu *A. flavus*, *A. niger*, *A. flavus*, *A. niger*, *A. oryzae*, *A. foetidus*, *A. zonatus*, dan *A. tamarii*, dengan *A.*

flavus sebagai kapang dominan yang tumbuh (Oramahi & Haryadi, 2006). Cemarkan mikrob dari udara selama proses gaplek juga ditemukan jamur penghasil mikotoksin dari 109 isolat yang dapat teridentifikasi sebagai *A. flavus*, *A. niger*, *A. tamarii*, *A. versicolor*, *A. wentii*, *A. fumigatus*, *A. sydowii*, *Cladosporium marcocarum*, *C. sphaerospermum*, *Eurotium herbariorum*, *Penicillium rugulosum*, *P. polonicum*, *P. griseofulvum*, *Talaromyces erythromellis*, dan *Trichoderma viride* (Pratiwi, Sidar, Zakaria, Darmadji, & Rahayu, 2015). Fermentasi ubi kayu secara alami juga diketahui masih menyisakan kandungan antinutrien, seperti sianida, tanin, fitat, dan saponin (Ojo & Akande, 2013).

B. Mikrob sebagai Bioreaktor Produsen Enzim

Ubi kayu merupakan jenis pangan sebagai sumber energi yang komponen utamanya berupa pati dan serat (Meryandini, Melani, & Sunarti, 2011). Dalam proses fermentasi, mikrob bekerja sebagai pemecah komponen nutrien kompleks pada ubi kayu menjadi komponen sederhana. Proses pemecahan komponen-komponen kompleks tersebut melibatkan enzim yang jenis dan jumlahnya sangat ditentukan oleh spesies mikrob penghasil. Berikut ini beberapa jenis enzim, spesies mikrob yang menghasilkan, dan substrat ubi kayu yang digunakan. Dengan demikian, keberadaan mikrob penghasil enzim dalam proses fermentasi ubi kayu menjadi faktor penting untuk biokonversi ubi kayu.

Tabel 3.1 Jenis Enzim, Spesies Mikrob Penghasil dan Substrat Utama yang Dipecah pada Ubi Kayu

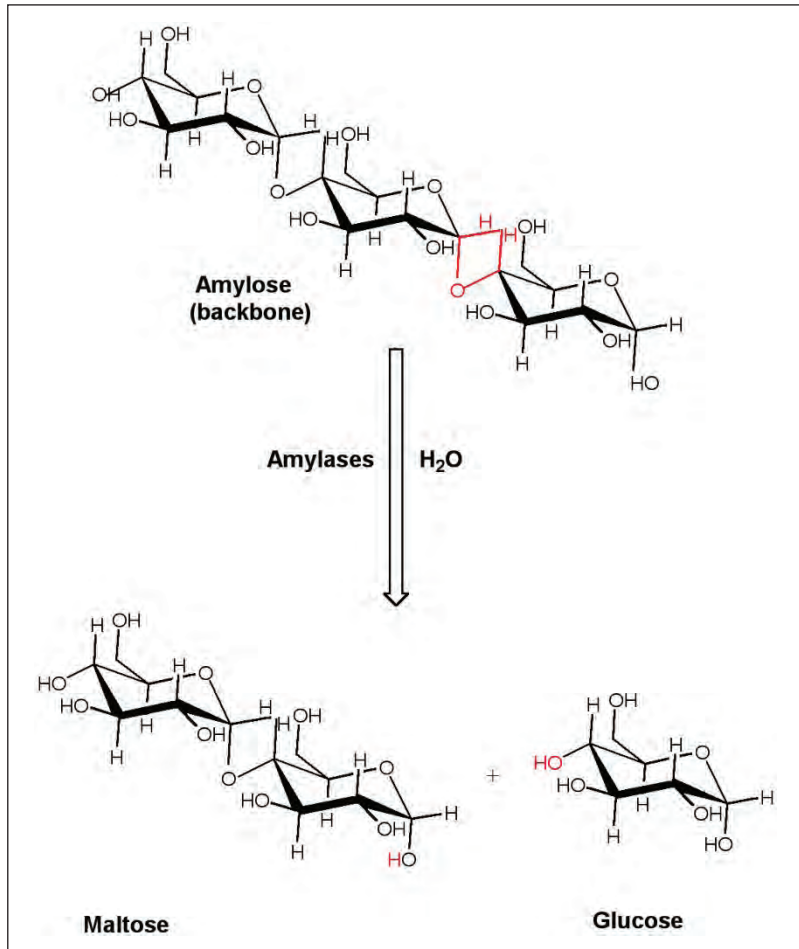
Enzim	Mikrob	Substrat	Sumber referensi
α-amylase dan amiloglukosidase	<i>Aspergillus fumigatus</i> KIBGE-IB33	Pati ubi kayu	Pervez, Aman, Iqbal, Siddiqui, dan Qader (2014)
α-amylase dan glukoamilase	<i>Saccharomycopsis fibuligera</i> DSM-70554	Pati ubi kayu	Gonzales, de Figueroa, dan Farina (2007)

Enzim	Mikrob	Substrat	Sumber referensi
amilase, protease	<i>Bacillus subtilis</i> strain LB1a and LB5a	Limbah cair ubi kayu	Barros, Simiqueli, de Andrade, dan Pastoreet (2013)
fitase	<i>Aspergillus japonicus</i> URM 5633	Pati ubi kayu	Moreira, Herculano, Maciel, Porto, Spier, dkk. (2014)
selulase	<i>Aspergillus fumigatus</i> dan <i>A. repens</i>	Limbah cair ubi kayu	Arotupin (2007)
selulase, xylanase	<i>Aspergillus terreus</i> KJ829487	Kulit ubi kayu	Olanbiwoninu dan Odunfa (2006)
selulase	<i>Bacillus pumulus</i> C11-1		Meryandini dkk. (2011)
amilase	<i>Rhodotorula glacialis</i>	Pati	Carrasco, Villarreal, Barahona, Alcaíno, Cifuentes dkk. (2016)
Selulase	<i>Mrakia blollopis</i>	Pati	Carrasco, Villarreal, Barahona, Alcaíno, Cifuentes dkk. (2016)
glukoamilase	<i>Tetracladium</i> sp	Pati	Carrasco, Villarreal, Barahona, Alcaíno, Cifuentes dkk. (2016)

Pati polisakarida adalah polimer amilosa (polimer linier dari molekul glukosa yang dihubungkan oleh ikatan 1,4-glikosida) dan amilopektin (polimer bercabang dari molekul glukosa yang dihubungkan oleh ikatan 1,6-glikosida). Rantai terdiri atas ratusan hingga ribuan unit glukosa yang membentuk struktur heliks tempat iodine dapat terperangkap. Lehmann (2001) mendeskripsikan bakteri

produsen amilase (amiloglukosidase) dapat menghidrolisis pati menjadi polisakarida yang lebih pendek (dekstrin) dan dipecah kembali menjadi disakarida (maltose) dan monosakarida (glukosa) sebagaimana Gambar 3.1. Monosakarida hasil pemecahan berupa glukosa bebas selanjutnya akan digunakan oleh mikroba sebagai sumber karbon pada proses fermentasi. Mikrob yang diketahui memiliki kemampuan memecah pati dalam ubi kayu, antara lain *Aspergillus fumigatus* KIBGE-IB33, yang memiliki enzim α -amylase dan amiloglukosidase (Pervez dkk., 2014). *Saccharomycopsis fibuligera* DSM-70554 juga diketahui menghasilkan enzim amilolitik, khususnya α -amylase dan glukamilase untuk memecah pati ubi kayu (Gonzales dkk., 2007). *Bacillus subtilis* strain LB1a and LB5a yang diisolasi dari limbah cair ubi kayu juga diketahui menghasilkan enzim amilase dan protease (Barros dkk., 2013). Beberapa mikroorganisme diketahui berasosiasi dengan limbah cair proses ubi kayu. *B. subtilis*, *Lactobacillus acidophilus*, dan *S. exiguus* positif menghasilkan amilase (Arotupin, 2007). Selain bakteri, yeast diketahui menghasilkan amilase, seperti *Rhodotorula glacialis*, sedangkan *Tetracladium* sp. menunjukkan aktivitas glukamilase (Carrasco dkk., 2016).

Selain amilase, mikrob yang terlibat dalam fermentasi ubi kayu umumnya diketahui memiliki kemampuan menghasilkan enzim selulase. Enzim selulase bekerja dengan cara memecah ikatan non-kovalen yang ada pada struktur selulosa. Kritisitas selulosa dipecah menjadi untai amorf oleh enzim endoselulase. Selanjutnya, ujung rantai polimer selulosa dihidrolisis menjadi gula yang lebih kecil oleh enzim eksoselulase menghasilkan disakarida (*cellobiose*) dan tetrasakarida (*cellotetraose*). *Cellobiose* dan *cellotetraose* kemudian dihidrolisis menjadi bentuk glukosa oleh enzim β -glucosidase (Gambar 3.2) (Dutton, 2018). *Bacillus pumilus* C11-1 diketahui memiliki aktivitas selulolitik tinggi pada proses fermentasi tepung ubi kayu (Meryandini dkk., 2011). *Aspergillus fumigatus* dan *A. repens*

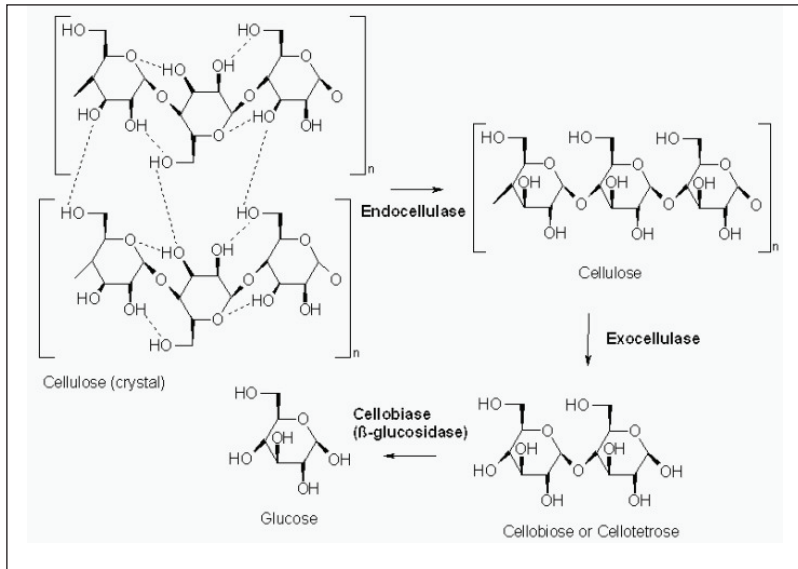


Sumber: Lehmann (2001)

Gambar 3.1 Proses Pemecahan Polisakarida Pati (amilosa) oleh Enzim Amilase Menjadi Maltose dan Glukos.

positif menghasilkan selulase (Arotupin, 2007). *Aspergillus terreus* KJ829487 didapatkan dari kulit ubi kayu yang memiliki kemampuan memproduksi selulase dan silanase konsentrasi tinggi yang sangat efektif dalam menghidrolisis biomassa lignoselulose menjadi gula

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Dutton (2018)

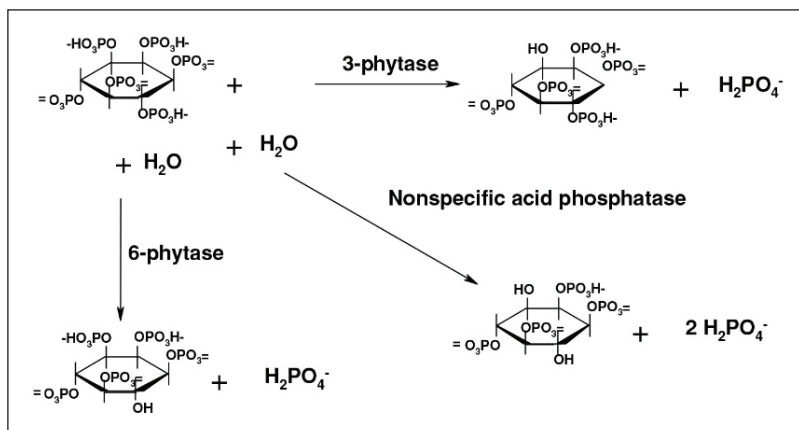
Gambar 3.2 Tahapan Reaksi Pemecahan Selulose oleh Enzim Selulase

terfermentasi (Olanbiwoninu & Odunfa, 2006). Kapang (*yeast*) *Mrakia blollopis* juga diketahui memiliki aktivitas selulase (Carrasco dkk., 2016).

Ubi kayu dikenal sebagai sumber yang baik untuk serat pangan. Fraksi terlarut serat pangan pada ubi kayu terutama terdiri atas *uronic acid* dan polimer glukosa (pektin dan beta-glukan), sedangkan fraksi tidak larut kaya dengan selulosa dan lignin (Infante, García, Rivera, dkk., 2013). Pektinase atau enzim pektinolitik menghidrolisis senyawa pektin. Pektinase diketahui banyak dimiliki bakteri, jamur, dan tanaman. Protopektinase, poligalakturonase, liase, dan pektin esterase adalah enzim pektinolitik yang banyak dipelajari. Enzim-enzim protopektinase mengatalisis proses solubilisasi protopektin. Enzim-enzim poligalakturonase menghidrolisis rantai asam poligalakturonik dengan penambahan air dan merupakan enzim pektinolitik yang banyak ditemukan di antara enzim pektinolitik lain-

nya. Liase mengatalisis ikatan trans-eliminatif pada polimer asam galakturonik. Pektin esterase melepaskan pektin dan metanol dengan de-esterifikasi struktur metil ester dari *backbone* pektin (Jayani, Saxena, & Gupta, 2005).

Selain komponen utama berupa nutrisi, dalam ubi kayu mengandung antinutrien. Teknik pengolahan secara tradisional yang melibatkan proses fermentasi banyak digunakan untuk mengurangi toksisitas ubi kayu dan antinutrien tertentu (Montagnac dkk., 2008). Selama proses fermentasi, mikroba memiliki kemampuan menghasilkan enzim yang dapat memecah antinutrien, seperti asam fitat dan asam sianida (HCN). Asam fitat (*myo-inositol hexaphosphatase*) dikenal sebagai antinutrien yang dapat mengikat mineral penting dan protein sehingga menurunkan kelarutan, kemampuan absorpsi dan pencernaan mineral dan protein dalam tubuh (Požrl, Kopjar, Kurent, Hribar, Janeš, dkk., 2009). Pada proses pengolahan ubi kayu, antinutrien fitat dapat didegradasi dan proses fermentasi merupakan proses yang paling efektif untuk melepaskan fitat hingga 85% (Montagnac dkk., 2009). Enzim fitase dihasilkan oleh sejumlah mikroorganisme yang mendegradasi asam fitat terikat pada ion logam dalam bahan pangan dan pakan. (Moreira dkk., 2014). Enzim fitase spesifik yang bekerja pada proses fermentasi ubi kayu adalah 3- atau 6-fitase yang memecah gugus fosfat pada posisi ketiga atau keenam pada molekul fitat (Montagnac dkk., 2009). Proses pemecahan fitat oleh enzim fitase ditampilkan pada Gambar 3.3. Enzim fitase dapat mendefosforilasi fitat dan melepaskan mineral yang terikat. Enzim 3 dan 6-phytase pertama menghidrolisis molekul pada posisi ketiga dan keenam. Selanjutnya, asam fosfatase yang mungkin ada pada bakteri fermentasi dapat menghidrolisis fosfat pada posisi tidak spesifik (Montagnac dkk., 2009). Khamir *Aspergillus japonicus* URM 5633 diketahui menghasilkan fitase pada substrat ubi kayu (Moreira dkk., 2014). Selain itu, diketahui bakteri asam laktat *L. fermentum* TG-1 dan TG-2 memiliki aktivitas fitase (Damayanti, Ratisiwi, Istiqomah, Sembiring, & Febriasiantosa, 2017).

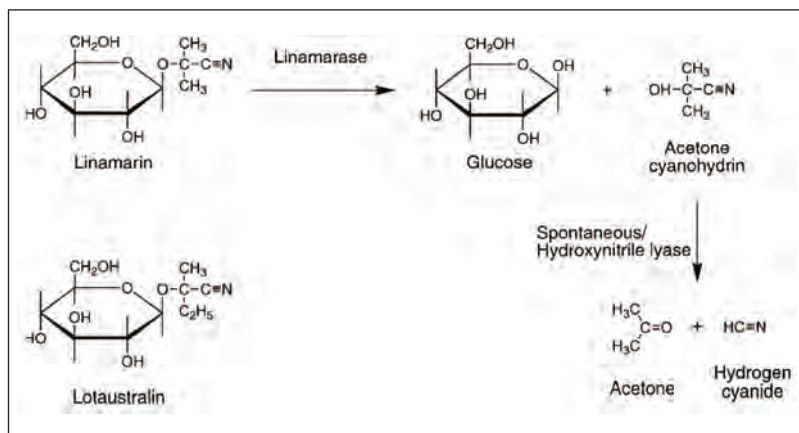


Sumber: Montagnac dkk. (2009)

Gambar 3.3 Proses Pemecahan Fitat oleh Enzim Fitase

Antinutrien ubi kayu lain yang penting untuk direduksi adalah glikosida sianogenik, linamarin, dan lotaustralin. Enzim linamarase, β -D-glucosidase (EC.3.2.1.21) adalah enzim yang mengubah sianida ubi kayu menjadi hidrogen sianida yang lebih mudah larut dalam air atau lepas ke udara. *L. plantarum* merupakan salah satu bakteri asam laktat yang memiliki kemampuan menghasilkan linamarase sehingga dapat mendetoksifikasi HCN pada ubi kayu (Nwokoro, 2016). Proses pemecahan glikosida sianogenik pada ubi kayu oleh enzim linamarase ditampilkan pada Gambar 3.4.

Gupta, Balomajumder, dan Agarwal (2010) menjelaskan lebih jauh bahwa pada proses selanjutnya, sianida juga dapat diurai lagi oleh sejumlah enzim (Gambar 3.5). Sejumlah mikroorganisme diketahui dapat memanfaatkan sianida sebagai substrat untuk menghasilkan senyawa-senyawa penting, di antaranya alanin, asam glutamat, *alfa-amino-butyric acid*, dan beta-sianoalanin. Enzim yang terlibat dalam pemecahan HCN antara lain *cyanide dehydratase*, *cyanide hydratase*, dan *cyanase*.

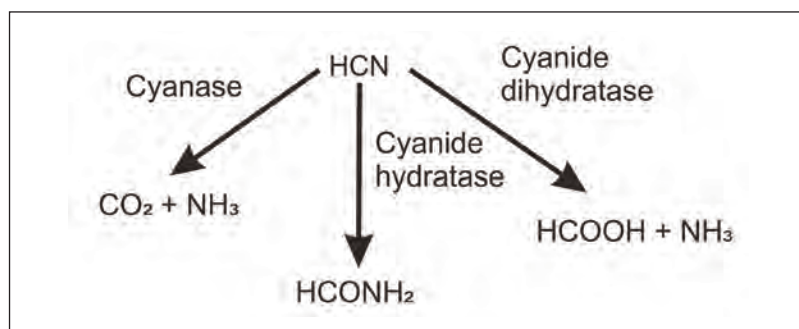


Sumber: Nwokoro (2016)

Gambar 3.4 Pemecahan Glikosida Sianogenik Ubi Kayu oleh Enzim Linamarase.

C. Produk Ubi Kayu Terfermentasi Alami

Ubi kayu umumnya dimanfaatkan segera setelah proses pemanenan guna menghindari kerusakan dan pembusukan, baik dengan cara dikonsumsi langsung, dijual, diekstraksi untuk mendapatkan pati, dikeringkan untuk menjadi tepung, diolah untuk produk pangan, maupun untuk pakan ternak (El Sharkawy, 2004). Metode pengolahan



Sumber: Gupta dkk. (2010)

Gambar 3.5 Reaksi Pemecahan Asam Sianida (HCN) oleh Enzim

ubi kayu menjadi bahan pangan umumnya meliputi beberapa kombinasi tahapan, seperti pengupasan, pencacahan, pemotongan, fermentasi, perebusan, pengeringan, penepungan atau penggilingan, dan pengayakan (Lambri, Fumi, Roda, De Faveri, 2013; Nebiyu & Getachew, 2011).

Di beberapa negara yang menjadikan ubi kayu sebagai makanan utama, proses pengolahan ubi kayu secara tradisional umumnya melibatkan proses fermentasi alami (*indigenous*) (Amoa-Auwa, Frisvad, Sefa-Dedeh, & Jakobsen, 1997; Freire, Ramos, & Schwan, 2015). Proses fermentasi alami secara tradisional sangat ditentukan oleh kebiasaan masyarakat setempat, jenis ubi kayu yang digunakan dan jenis makanan tradisional yang ingin diperoleh. Perbedaan proses ini menentukan jenis mikrob yang terlibat dan kualitas produk akhir yang didapat. Pengolahan ubi kayu secara tradisional dan pengolahan menjadi bahan pangan berpengaruh pada nilai gizi dan sifat fisikokimia ubi kayu (Alamu, Maziya-Dixon, & Dixon, 2017).

Produk-produk makanan tradisional berbasis ubi kayu terfermentasi spontan antara lain *kivunde*, makanan khas Tanzania (Kimaryo, Massawe, Olasupo, & Holzapfel, 2000); *gari*, yaitu bubur ubi kayu yang difermentasi selama tiga hari (Kosnitek, Specht, Edward, Schillinger, Hertel, dkk., 2005; Ojo & Akande, 2013); *agbelima* (Amoa-Awua, Appoh, & Jakobsen, 1996); *foo-foo*, yaitu fermentasi tepung ubi kayu di Afrika Tengah (Brauman, Ke, Malonga, Ampe, 1996); *uyoh* (Ntui & Udom, 2009); *alladjan* (Kakao, Guehi, Olo, Kouame, Nevry, dkk., 2010); *pupuru*, ubi kayu yang difermentasi selama 4–6 hari di Nigeria dan beberapa negara Afrika lain (Oyetayo, 2006); *farinha da mandionca* di Brazil (El Sharkawy, 2004); *lafun* dari Nigeria (Obadina, Oyewole, & Odusami, 2009); *polvilhoazedo*, produk pati ubi kayu difermentasi selama 30 hari dari Brazil; serta *meduame-m-bong* dan *attieke*, produk fermentasi dari Kamerun (Balagopalan, 2002).

Di Indonesia juga terdapat berbagai jenis olahan ubi kayu secara tradisional yang melibatkan proses fermentasi, baik spontan maupun melalui penambahan ragi. Salah satu produk fermentasi ubi kayu adalah tapai singkong (Barus, Kristani, & Yulandi, 2013; Aryanta, 2000). Produk lainnya adalah gaplek, yang merupakan produk setengah jadi dari ubi meliputi proses pengeringan ubi kayu secara alami di bawah panas matahari dengan tujuan memperpanjang masa simpan. Dalam proses pengeringan yang tidak sempurna, produk gaplek berwarna putih sampai putih kekuning-kuningan, berbau agak asam, dan mempunyai kadar air 10–12% (Yulineri dkk., 1997). Makanan khas Indonesia berbasis ubi kayu terfermentasi lainnya adalah gatot (Jayus, Nurhayati, Subagio, & Widyatmoko, 2016). Dalam skripsinya, Astriani (2015) menyebutkan bahwa Gatot merupakan makanan tradisional dari singkong yang diproduksi melalui fermentasi spontan.

Penggunaan ragi dalam produksi pangan fermentasi di atas sebagian besar masih menggunakan ragi yang dibuat secara tradisional secara turun-temurun dari generasi ke generasi dan sangat bergantung pada bahan baku dan mikroorganisme dari lingkungan (Aryanta, 2000). Ragi atau inokulum merupakan istilah umum untuk menyebutkan bahan yang digunakan dalam membantu proses fermentasi dari bahan baku pangan (umbi-umbian dan biji-bijian) menjadi senyawa biokimia lainnya dalam bahan makanan. Ragi mengandung bahan pengisi dan mikrob yang memiliki peran penting dalam proses fermentasi bahan makanan tersebut. Namun, ragi atau inokulum yang diproses secara tradisional tidak dapat diketahui dengan pasti komposisi dan jenis mikrobnya. Pada perkembangannya, penelitian terkait dengan populasi, komposisi, dan jenis-jenis mikrob yang terlibat dalam fermentasi alami pada pengolahan ubi kayu secara tradisional mulai banyak dilakukan (Oyewole, 1992; Brauman dkk., 1996; Uyoh, Ntui & Udom, 2009; Aryanta, 2000). Penelitian terkait dengan komposisi, jenis mikrob, dan optimalisasi

faktor lingkungan pertumbuhan mikrob dalam inokulum diperlukan untuk mendapatkan produk inokulum dan produk hasil fermentasi menggunakan inokulum tersebut yang memenuhi SNI (Standar Nasional Indonesia).

Salah satu jenis mikrob yang banyak terlibat dalam proses fermentasi ubi kayu secara tradisional adalah bakteri asam laktat (BAL). BAL, khususnya *L. Plantarum*, merupakan bakteri dominan dalam proses fermentasi alami ubi kayu (Kostinek dkk., 2005). Pada *fufu*, produk tepung fermentasi ubi kayu di Afrika, ditemukan BAL *L. plantarum*, *L. buchnerii*, *L. casei* yang memengaruhi produk fermentasi (Fayemi & Ojokoh, 2014). Pada *fufu*, ditemukan juga *Leuconostoc pseudomesenteroides*, *L. mesenteroides*, *Enterococcus faecium* dan *Weissella cibaria*, serta kapang *Neurospora sitophila* dan *Rhizopus stolonifera* (Tivana, Bvochora, Mutukumira, Owens, & Zvauya, 2007). Mikrob lain yang secara alami ada dalam proses fermentasi ubi kayu *fufu* adalah *Candida krusei*, *C. tropicalis*, *Pichia saitoi*, *S. cerevisiae*, dan *Zygosaccharomyces balii* yang memiliki aktivitas amilolitik (Oyewole, 2001). BAL dapat mencakup 99% dari total mikrob setelah 48 jam proses fermentasi *fufu*, khususnya *Lactococcus lactis*, *Leuconostoc mesenteroides*, dan *L. Plantarum*, yang paling mendominasi (Brauman dkk., 1996). Pada *gari*, makanan tradisional dari Afrika, BAL *L. plantarum* adalah spesies yang paling banyak ditemukan, yaitu sejumlah 54,6%, di antara jenis bakteri asam laktat lainnya. Hasil isolasi dan identifikasi dari produk fermentasi ubi kayu *gari* menunjukkan bahwa dari 139 *strain* yang ditemukan, *L. plantarum* adalah spesies yang paling banyak ditemukan yaitu sejumlah 54,6% isolat, diikuti dengan *Leuconostoc fallax* sebesar 22,3%, dan *L. fermentum* sebesar 18,0%. *L. brevis*, *Leuconostoc pseudomesenteroides*, dan *Weissella paramesenteroides* juga ditemukan dalam jumlah sedikit (Kostinek dkk., 2005). Pada proses *agbelima*, *L. plantarum* menjadi spesies BAL yang dominan

selama proses fermentasi sebesar 51% dari 171 isolat yang ada (Amoa-Awua dkk., 1996). Pada proses *kivunde*, makanan khas Tanzania *L. plantarum* digunakan sebagai proses fermentasi spontan (Kimaryo dkk., 2000). Selain perubahan mikrobiologi, perubahan biokimia juga terjadi selama fermentasi antara lain pembentukan asam organik dan betaglukosidase (linamarase) (Kostinek dkk., 2005), perubahan suhu 26–29°C, serta penurunan pH dari 6,1 menjadi 5,6 (Tivana dkk., 2007).

Di Indonesia, meskipun pembuatan tapai dengan menggunakan inokulum, mikrob dari lingkungan dapat mengontaminasi dan tumbuh selama proses fermentasi (Nuraida, 2015). Pada ragi tapai yang dibuat secara tradisional diketahui mengandung mikrob konsorsium yang terdiri atas kapang, khamir, dan bakteri (Aryanta, 2000). Pada *gatot* juga ditemukan BAL jenis *L. manihotivorans* yang bersifat homofermentatif dan *L. fermentum* yang bersifat heterofermentatif (Jayus dkk., 2016). Pada penelitian lain juga ditemukan kapang indigenus, yaitu *Rhizopus oligosporus*, *A. niger*, dan *Trichoderma* sp.; serta empat isolat BAL indigenus, yaitu *L. manihotivorans*, *Bacillus licheniformis*, *Brevibacillus brevis*, dan *L. fermentum* (Astriani, 2015). Hasil isolasi dari makanan tradisional atau spontan berbahan dasar ubi kayu, seperti tiwul, *gatot*, dan tapai, didapatkan setidaknya 11 BAL dan 13 khamir dengan aktivitas amilolitik (Damayanti, Anggraeni, Ichsiyani, Sembiring, & Istiqomah, 2017).

Salah satu produk olahan ubi kayu yang sudah banyak dikembangkan di Indonesia adalah tepung ubi kayu terfermentasi atau *modified cassava flour* (mocaf). Upaya pengembangan mocaf ini dalam rangka mengurangi ketergantungan pada tepung terigu sehingga mampu menyubstitusi penggunaan tepung terigu hingga 50% (Kemenperin, 2012). Untuk itu, diperlukan perbaikan kualitas mocaf melalui proses fermentasi menggunakan inokulum yang menghasilkan karakteristik mocaf yang sesuai dengan SNI 7622-2011.

D. Peran Inokulum untuk Menjamin Standar Kualitas Hasil Fermentasi

Mengacu pada standar SNI 7622-2011 dan WHO (World Health Organization), batas aman ubi kayu untuk konsumsi adalah mengandung HCN maksimal 10 ppm (Cardoso, Mirione, Ernesto, Massaza, Cliff, dkk., 2005). Montagnac, Davis, dan Tanumihardjo (2009) dalam studinya juga menjelaskan bahwa proses yang berbeda dapat menghilangkan kandungan sianogen yang efektivitasnya bergantung pada tahapan proses, urutan, dan lama waktu yang digunakan.

Upaya penurunan kandungan HCN dalam bahan baku ubi kayu, dilakukan melalui pendekatan fisik dan nonfisik. Pendekatan fisik dapat berupa proses perendaman, penumbukan, pencacahan, pemasakan, dan penjemuran atau kombinasinya. Sementara pendekatan nonfisik adalah fermentasi. Kombinasi pendekatan nonfisik dan fisik berupa proses fermentasi alami dan penjemuran ubi kayu dengan matahari diketahui hanya 14% produk tepung ubi kayu yang mengandung HCN kurang dari 10 ppm (Cardoso, Mirione, Ernesto, Massaza, & Cliff, 2005). Penumbukan atau pencacahan diketahui adalah cara paling efektif menghilangkan glikosida sianogenik karena menyebabkan pemecahan sel sehingga terjadi kontak antara linamarin dan enzim linamarase yang mengatalisis pemecahan hidrolitik. Pencacahan dan menjemur di bawah matahari dalam proses penepungan menghilangkan 96–99% total sianogen, sedangkan merendam dan menjemur di bawah matahari, atau merendam dan memfermentasi serta membakar menjadi *gari* dapat menghilangkan 98% HCN dalam bentuk sianogen (Montagnac dkk., 2009). Nebiyu dan Getachew (2011) dalam studinya melaporkan bahwa proses merendam ubi kayu selama minimal 24 jam sebelum proses penjemuran sudah dapat menurunkan kadar HCN hingga 80% akan tetapi masih diperlukan proses pengolahan lebih lanjut agar ubi kayu lebih aman dikonsumsi.

Proses fermentasi ubi kayu dengan menggunakan mikrob memiliki peranan yang sangat penting (Lambri, Fumi, Roda, & De Faveri, 2013). Fermentasi menggunakan inokulum dianggap paling efektif untuk mereduksi kandungan HCN dalam ubi kayu dibandingkan proses fisik. Hal ini dapat dimengerti karena jenis dan komposisi mikrob dalam inokulum dapat diatur sedemikian rupa sehingga reduksi yang diinginkan dapat tercapai. Adamafio, Sakyiamah, dan Tettey (2010) juga menjelaskan melalui proses fermentasi menggunakan inokulum *strain Saccharomyces cerevisiae* dan *Lactobacillus* spp. dapat mereduksi HCN lebih tinggi dibandingkan metode pengeringan, pengukusan, ataupun perebusan tanpa fermentasi. Penelitian lainnya oleh Kimaryo dkk. (2000) menjelaskan kadar sianida pada fermentasi ubi kayu dengan *L. plantarum* pada awal fermentasi sebesar 164,8 ppm menjadi 18,5 dan 2,8 ppm, sedangkan tanpa inokulum kadar HCN 38,1 dan 4,4 ppm selama tiga dan lima hari fermentasi.

Proses fermentasi ubi kayu dari beberapa hasil penelitian, selain dapat mengurangi kadar HCN, diketahui dapat:

1. meningkatkan kandungan riboflavin (Montagnac dkk., 2009)
2. memperbaiki rasa (*flavor*) dan aroma produk ubi kayu menjadi lebih baik (Kostinek dkk., 2005; Freire dkk., 2015)
3. menurunkan kandungan antinutrisi fitat hingga 85,6% (Montagnac dkk., 2009)
4. meningkatkan konsentrasi protein dari 1,3% menjadi 1,8% w/w (Tivana dkk., 2007).
5. meningkatkan keamanan produk melalui penurunan pH dan produksi asam-asam organik (Freire dkk., 2015).

Proses fermentasi mocaf umumnya menggunakan inokulum sebagai sumber enzim pendegradasi substrat ubi kayu. Penggunaan inokulum yang mengandung komposisi dan jenis mikrob yang ter-

identifikasi secara jelas menjadi sangat penting dalam proses fermentasi ubi kayu agar menghasilkan produk mocaf dengan ketentuan standar yang dipersyaratkan.

Inokulum mocaf dapat berasal dari berbagai macam jenis mikrob, baik dari jenis bakteri asam laktat, bakteri asam asetat, khamir (*yeast*), maupun kapang (*mold*), seperti tertera pada Tabel 3.2. Pada beberapa penelitian, fermentasi mocaf juga dapat menggunakan inokulum dari ragi komersial yang telah tersedia, seperti ragi *tapai*, ragi tempe, ragi roti, bahkan probiotik, seperti yoghurt, juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber inokulum.

Tabel 3.2 Beberapa Jenis Inokulum yang Umum Digunakan pada Proses Pembuatan Mocaf

Spesies	Takaran/Penggunaan	Sumber Referensi
Bakteri Asam Laktat		
<i>Lactobacillus plantarum</i> ATCC 8014		
<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> ATCC 11454		
Kultur campuran <i>Lactobacillus plantarum</i> ATCC 8014 dan <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> ATCC 11454	Takaran penggunaan 0,01 gr/kg ubi kayu, fermentasi 24 jam	Loebis dan Mutia (2012)
Kultur campuran <i>Lactobacillus plantarum</i> (FSb1) dan <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> (FStb4)		
Kultur campuran <i>Lactobacillus plantarum</i> (FSb1) dan <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> (FStb4)		
<i>Lactobacillus</i> sp	Takaran 2 l/500 ml, lama fermentasi 72 jam	Suhery, Halim, dan Lucida (2013)

Spesies	Takaran/Penggunaan	Sumber Referensi
<i>Lactobacillus plantarum</i>	Takaran 4 ml/2 kg ubi kayu	Frediansyah, Kurniadi, Nurhikmat, dan Susanto (2012)
<i>Lactobacillus plantarum</i> FNCC 0027	Takaran 5% (v/b), fermentasi 72 jam	Damayanti, Kurniadi, dan Helmi (2015)
<i>Lactobacillus plantarum</i>	Takaran 5%, fermentasi 48 jam	Sugiharta, Hendri, Yuwono, dan Simanjuntak (2016)
<i>Lactobacillus casei</i>	Takaran 1–5 %, fermentasi 72 jam	Darmawan, Andreas, Jos, dan Sumardiono (2013)
<i>L. plantarum</i>	1 g/100 g ubi kayu, fermentasi 120 jam	Gunawan, Widjaja, Zullaikah, Ernawati, Istianah, dkk. (2015)
Bakteri Asam Asetat		
<i>Acetobacter xylinum</i>	Takaran 10–25%, fermentasi 10–40 jam	Nusa, Suarti, dan Alfiah (2012)
Yeast/Khamir		
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Takaran 2,0% (w/v), fermentasi 24 jam	Sulistyo, Shya, Mamat, dan Wahab (2016)
Kapang		
<i>Aspergillus oryzae</i>	Fermentasi 24–72 jam	Widiantara, Sutrisno, dan Juliardi (2012)
Inokulum tempe	Fermentasi 24–72 jam	Widiantara, Sutrisno, dan Juliardi (2012)
<i>Rhizopus oligosporus</i>	Fermentasi 24–72 jam	Widiantara, Sutrisno, dan Juliardi (2012)

Spesies	Takaran/Penggunaan	Sumber Referensi
<i>Trichoderma reesei</i>	Fermentasi 24–72 jam	Widiantara, Sutrisno, dan Juliardi (2012)
Kultur Campuran		
FerMo (<i>Lactobacillus</i> sp. BPF, <i>Pseudomonas</i> sp., <i>Azotobactersp</i> , <i>Rhizobium</i> sp., dan <i>Selulolitik</i> sp.)	5 ml FerMo/3 kg ubi kayu	Shakir, 2013
Starter (<i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Xanthomonas campestris</i> dan <i>Saccharomyces cerevisiae</i>)	Takaran 2%, fermentasi 1–3 hari.	Sulistyo dan Nakahara (2013)
<i>Pediococcus pentosaceus</i> dan <i>Candida tropicalis</i>	Takaran 5%, fermentasi 48 jam	Damayanti, Anggraeni, Ichsiyani, Sembiring, dan Istiqomah (2017)
<i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , and <i>Aspergillus oryzae</i>		Kresnowati, Listianingrum , Zaenudin , dan Trihatmoko (2016)
Kultur Produk Komersial		
Yoghurt merek Yummi	Takaran 0,01% bobot ubi kayu	Wulandari dan Mustofa (2014)
Angkak	Takaran 10–22%, fermentasi 3 hari	Allung, Hartini, dan Cahyanti (2016)
Ragi roti (<i>Fermipan</i>) Ragi tempe (<i>Raprima</i>) Rapi tapai	Takaran 0,5%, fermentasi 3 hari	Amri dan Pratiwi (2014)
Bimo-CF	1 kg/1 ton ubi kayu sawut	Yulifianti dan Ginting (2011)

Keterangan: dari berbagai sumber

Berdasarkan pada komposisi mikrob yang terkandung, inokulum mocaf dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu inokulum kultur tunggal (*monoculture*) dan inokulum kultur campuran (*mix culture*). Komposisi inokulum kultur tunggal hanya terdiri atas satu jenis mikrob yang umumnya dalam bentuk kultur murni dan telah diketahui jenis spesiesnya, sedangkan kultur campuran adalah inokulum yang terdiri atas berbagai jenis mikrob dalam satu sediaan. Kultur campuran dapat berupa produk yang telah diketahui spesiesnya atau produk inokulum komersial yang ada di pasar atau berupa campuran dari beberapa jenis mikrob hasil seleksi dan pengujian.

E. Jenis-Jenis Inokulum Mocaf

Inokulum mocaf yang dibahas dalam subbab berikut ini sudah mengacu pada inokulum yang telah diketahui kandungan mikrobnnya. Inokulum mocaf dapat dibuat dalam bentuk sediaan cair atau kering (bubuk), baik pada kultur tunggal maupun kultur campuran. Inokulum cair disiapkan dalam medium cair yang diinkubasi selama waktu tertentu dan harus disimpan dalam suhu dingin jika belum digunakan untuk menjaga bakteri tetap hidup dan jumlahnya mencapai jumlah minimum sebagai inokulum (10^7 CFU/ml), sedangkan inokulum kering (bubuk) merupakan inokulum yang dibuat dalam bentuk sediaan bubuk menggunakan alat pengering, baik *spray dryer* maupun oven, dengan penambahan bahan pengisi atau enkapsulan.

Inokulum mocaf yang digunakan untuk kultur tunggal umumnya berupa bakteri asam laktat atau khamir. Kultur dapat berupa kultur murni yang disimpan pusat koleksi mikrob dan telah teridentifikasi nama spesies maupun kemampuannya. Pusat koleksi mikrob yang diketahui banyak menyimpan kultur sumber inokulum di Indonesia antara lain Food and Nutrition Culture Collection (FNCC) Universitas Gadjah Mada Yogyakarta dan Indonesian Culture Collection (InaCC) Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Cibinong, Jawa Barat. Pada contoh ini, digunakan kultur

murni *Lactobacillus plantarum* FNCC 0027. Bakteri ini adalah hasil penelitian sebelumnya yang diisolasi dari produk ubi kayu terfermentasi alami (Rahayu, Djaafar, Wibowo, & Sudarmadji, 1996). Bakteri *L. plantarum* FNCC 0027 diketahui memiliki aktivitas amilolitik yang cukup tinggi di antara bakteri asam laktat hasil isolasi oleh Ichsyani, Sembiring, dan Damayanti (2014). Sementara kultur khamir pada contoh digunakan *Saccharomyces cerevisiae* koleksi FNCC. Khamir tersebut juga diketahui memiliki aktivitas amilolitik yang cukup tinggi (Ichsyani dkk., 2014).

Kultur tunggal BAL atau khamir sebagai sumber inokulum mocaf juga dapat diperoleh dari hasil isolasi dan penapisan. Isolasi umumnya dilakukan dari makanan tradisional berbahan dasar ubi kayu yang terfermentasi alami. Bakteri asam laktat dan khamir yang dipilih sebagai sumber inokulum kultur dengan kemampuan amilolitik. Uji aktivitas amilolitik diketahui dengan metode kualitatif dalam medium De Man Rogosa Sharpe (MRS agar) untuk BAL dan Chloramphenicol Yeast Broth (CYB) untuk khamir yang ditambah dengan pati terlarut (*soluble starch*) yang kemudian ditetesi iodin *lugol's* sebagai indikator aktivitas amilolitik pada medium yang menghasilkan zona jernih dan metode kuantitatif dengan mengukur aktivitas enzim amilase dengan metode *iodine complex*. BAL dan khamir terpilih dengan aktivitas amilolitik tertinggi berdasarkan pada identifikasi molekuler dengan analisis sekuen 16S rRNA merupakan BAL *Pediococcus pentosaceus* G6 yang diisolasi dari gatot dan khamir *Candida tropicalis* Tr7 yang diisolasi dari ragi tapai (Damayanti dkk., 2017). Hasil uji coba penggunaan kultur campuran kedua mikrob sebagai inokulum dalam proses fermentasi mocaf diketahui dapat menurunkan kadar HCN hingga 52,06% lebih baik daripada mocaf tanpa inokulum, yang hanya sebesar 32,32% (Ichsyani dkk., 2014).

Pediococcus pentosaceus merupakan BAL yang umum ditemukan pada produk pangan fermentasi, seperti fermentasi beras, tempe, fermentasi ubi kayu, dan fermentasi sayuran (Suhartatik, Cahyanto,

Rahardjo, Miyashita, & Rahayu, 2014); produk fermentasi berbasis jagung, jewawut, dan sorgum (Adimpong, Nielsen, Sørensen, Derkx, & Jespersen, 2012); *African pearl millet slurries* (Turpin, Humblot, & Guyot, 2011); fermentasi basa pada daun ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz), rosela (*Hibiscus sabdariffa*), dan biji kacang locust Afrika (*Parkia biglobosa*), yang berturut-turut untuk membuat produk pangan fermentasi *ntoba mbodi*, *bikalga*, dan *soumbala* (Ouoba, Nyanga-Koumou, Parkouda, Sawadogo, Kobawila, dkk., 2009); makanan terfermentasi *Tanzanian togwa* dari sorgum, jagung, jewawut, dan jagung-sorgum (Mugula, Nnko, Narvhus, & Sørhaug, 2003); serta fermentasi tradisional sorgum (Mohammed, Steenson, & Kirleis, 1991). BAL amilolitik genus *Lactobacillus*, *Pediococcus*, dan *Enterococcus* juga ditemukan pada sorgum terfermentasi (Chahrour, Merzouk, Henni, Haddaji, & Kihal, 2013).

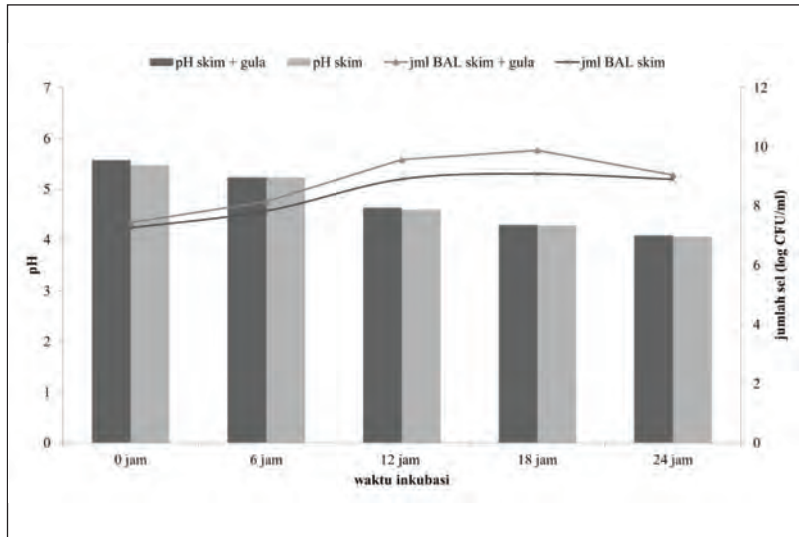
Beberapa penelitian mendapati bahwa *Candida tropicalis* umum ditemukan dan digunakan pada proses fermentasi berbagai jenis bahan pangan karena memiliki kemampuan tertentu. *C. tropicalis* BCC7755 bersifat termotoleran dan digunakan pada proses sakarifikasi fermentasi etanol dari pulp ubi kayu (Rattanachomsri, Tanapongpipat, Eurwilaichitr, & Champreda, 2009). *C. tropicalis* merupakan salah satu khamir dominan yang ditemukan pada makanan fermentasi di Brazil, yaitu *cauim*, yang terdiri atas berbagai substrat, yaitu ubi kayu, beras, jagung, dan kacang (Schwan, Almeida, Souza-Dias, & Jespersen, 2007) serta makanan fermentasi dari *Tanzanian togwa* dari bahan sorgum, jagung, *millet* (Mugula dkk., 2003). *C. tropicalis* dengan aktivitas amilolitik juga ditemukan awal proses awal fermentasi ubi kayu *fufu* bersama dengan khamir *Candida krusei*, *Pichia saitoi*, *Saccharomyces cerevisiae*, dan *Zygosaccharomyces balii*. (Oyewole, 2001). Penelitian lain terkait kemampuan khamir *C. tropicalis* pada proses ubi kayu, antara lain, adalah diketahui bahwa *C. tropicalis* yang diisolasi dari *Agbelima*, ubi kayu terfermentasi dari Ghana, Togo, dan Benin yang memiliki

aktivitas selulase, poligalakturonase, dan linamarase yang dapat memecah glikosida sianogenik yang ada pada ubi kayu (Amoa-Auwa dkk., 1997). *C. tropicalis* diketahui juga memiliki enzim α -amylase yang dapat menghidrolisis pati pada ubi kayu atau jagung (Azoulay, Jouanneau, Bertrand, Raphael, Janssens, dkk., 1980). *Candida tropicalis* diketahui memiliki kemampuan degradasi linamarin lebih cepat pada kondisi kultur tunggal (Lei, Amoa-Awua, & Brimer, 1999).

F. Pembuatan Inokulum Mocaf

Sediaan inokulum untuk mocaf dapat dibuat dalam bentuk sediaan kultur cair atau dalam bentuk kultur kering (bubuk). Pada pembuatan kultur cair, tahapan pembuatan diawali dengan penyiapan kultur murni BAL dengan cara menumbuhkan dalam medium MRS Broth atau medium susu skim dengan proses inkubasi pada suhu optimum 37°C selama 24 jam. Media yang digunakan dalam pembuatan inokulum dapat terdiri atas susu skim sebanyak 20% (b/v) dan glukosa 0,2% (b/v). Semua bahan disiapkan dan ditimbang sesuai dengan takaran, dihomogenkan dan dipanaskan dengan menggunakan *hot plate stirrer*, kemudian dipasteurisasi pada suhu 110°C selama 10 menit menggunakan autoklaf. Setelah media dingin, kultur BAL berumur 24 jam dalam medium MRS Broth diinokulasikan ke dalam media inokulum sebanyak 5% (v/v) dan diinkubasi kembali pada suhu optimum 37°C selama 18 jam. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan waktu inkubasi selama 18 jam memperoleh jumlah sel BAL tertinggi sebesar $7,6 \times 10^9$ CFU/ml dengan pH 4,2 seperti ditampilkan pada Gambar 3.5. Inokulum siap digunakan sebagai *starter* dalam proses fermentasi mocaf.

Berdasarkan pada Gambar 3.6, dapat dilihat bahwa penggunaan gula sebagai sumber karbon memberikan pengaruh pada jumlah total BAL pada media pertumbuhan dan pH yang terlihat rendah



Sumber: Damayanti dkk. (2015)

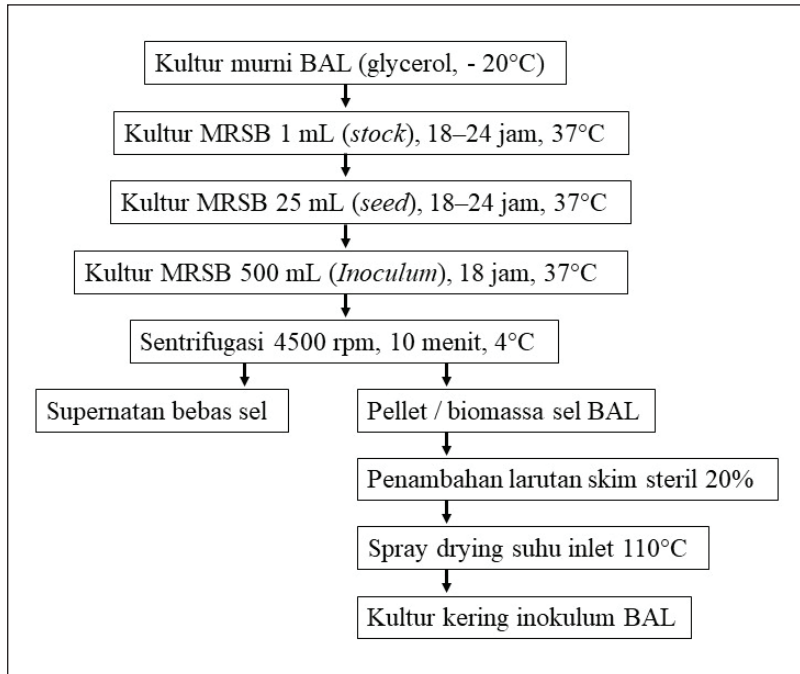
Gambar 3.6 Pertumbuhan bakteri *Lactobacillus plantarum* dalam medium susu skim dengan penambahan gula.

dibandingkan tanpa pemberian gula (Damayanti dkk., 2015). Sumber gula tambahan selain glukosa juga dapat bersumber dari sukrosa (gula pasir) yang lebih mudah untuk didapatkan dan tersedia di pasar.

Inokulum cair berupa kultur tunggal khamir dapat disiapkan dalam media Malt Extract Broth (MEB), Yeast Glucose Broth (YGB), atau dapat menggunakan ekstrak kentang yang diperkaya dengan sumber gula seperti dektrosa atau glukosa yang diinkubasi selama 24 jam pada suhu 24°C. Media inokulum disiapkan dan disterilisasi dengan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit dan setelah media dingin dilanjutkan dengan proses inokulasi kultur khamir sebanyak 5% (v/v) dan diinkubasi pada suhu 24°C selama 24 jam. Pada sediaan cair, inokulum bisa disimpan pada suhu dingin ($\pm 4^{\circ}\text{C}$) dalam lemari pendingin selama 1–2 minggu sebelum digunakan.

Inokulum dalam bentuk sediaan kering (bubuk) kultur tunggal BAL dibuat dengan menggunakan alat *spray dryer* seperti proses pembuatan produk probiotik sebagaimana hasil penelitian oleh Damayanti dkk. (2013). Kultur BAL diperbanyak untuk mendapatkan biomassa sel dalam jumlah yang cukup tinggi dengan jumlah populasi minimal 10^{10} – 10^{12} cfu/mL kultur. Biomassa BAL yang digunakan adalah biomassa dari inokulum cair yang didapatkan dengan cara mengkultur sebanyak 5% (v/v) BAL dalam medium MRS Broth selama 18 jam pada suhu 37°C. Biomassa sel dipisahkan dari larutan menggunakan proses sentrifugasi berpendingin (4°C) pada kecepatan 4.500 rpm selama 10 menit. Biomassa sel kemudian dilarutkan dalam larutan skim steril 20% (b/v) dan dihomogenkan menggunakan *homogenizer* selama lima menit pada kecepatan 8.000 rpm. Larutan sel BAL dan skim kemudian dibuat kultur kering menggunakan *spray dryer* dengan suhu *inlet* 110°C dan suhu *outlet* 55–60°C. Kultur kering yang didapatkan selanjutnya ditampung dalam plastik steril. Kultur kering hasil *spray drying* ini dapat disimpan pada suhu ruang hingga enam bulan, sedangkan pada suhu dingin (suhu 4°C) di lemari pendingin dapat disimpan hingga satu tahun dengan jumlah sel 10^7 – 10^8 CFU/gram. Tahapan proses pembuatan kultur kering BAL dengan *spray dryer* ditampilkan pada Gambar 3.7.

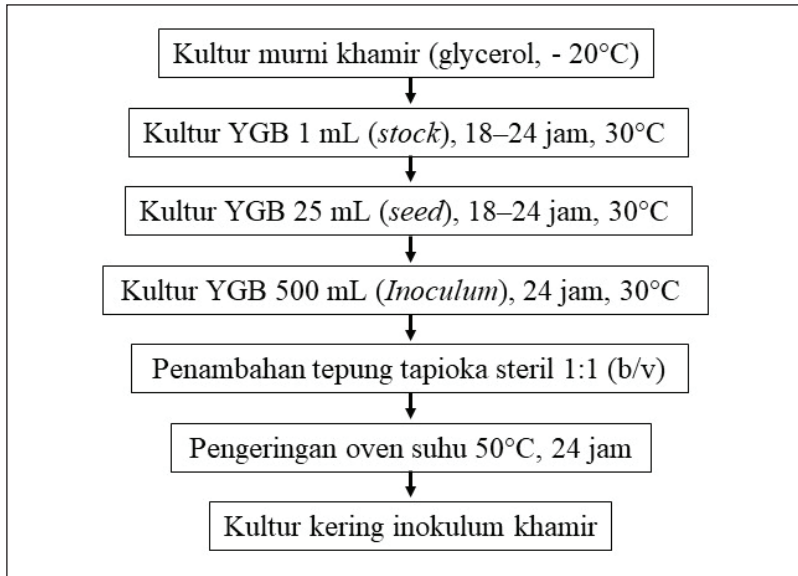
Inokulum khamir dalam bentuk sediaan kering dibuat dengan teknik yang lebih mudah, yaitu menggunakan pengeringan menggunakan oven dengan media pengisi berupa tepung tapioka yang mengacu pada metode Nurfiana (2017) dengan modifikasi. Kultur murni khamir sebanyak 5% (v/v) ditumbuhkan dalam medium YGB pada suhu 30°C selama 24 jam secara berulang dengan volume yang terus dinaikkan hingga menjadi inokulum dengan populasi minimal 10^8 CFU/mL. Inokulum khamir yang telah siap kemudian ditambah dengan bahan pengisi berupa tepung tapioka steril dengan perbandingan antara volume inokulum dan tepung tapioka sebesar



Gambar 3.7 Proses pembuatan kultur kering BAL dengan *spray drying*.

1:1 (v/b). Campuran inokulum dan tepung tapioka dihomogenkan dengan cara diaduk, kemudian ditempatkan dalam wadah cawan steril dan dilanjutkan dengan proses pengeringan menggunakan oven pada suhu 50°C hingga kering atau sekitar 24 jam. Proses pembuatan kultur kering khamir dengan metode pengeringan oven ditampilkan pada Gambar 3.8.

Inokulum mocaf dalam bentuk kultur kering campuran BAL dan khamir dibuat dengan cara mencampurkan keduanya dengan perbandingan 1:1. Kultur campuran ditambah dengan susu skim dan tepung tapioka sebagai bahan pengisi dan dapat disimpan dalam suhu dingin ataupun suhu ruang selama belum digunakan dan dapat bertahan selama 6–12 bulan dengan jumlah sel hidup antara BAL



Gambar 3.8 Proses pembuatan kultur kering khamir dengan pengeringan oven.

dan khamir masing-masing sebesar 10^7 CFU/gram sesuai dengan syarat minimal sel hidup sebagai inokulum.

G. Aplikasi Inokulum pada Proses Fermentasi Mocaf

Aplikasi inokulum kultur campuran BAL berupa kultur *Pediococcus pentosaceus* G6 dan khamir *Candida tropicalis* Tr7 pada proses pembuatan mocaf cukup mudah, dengan cara melarutkan inokulum sebanyak 15 gram ke dalam air sebanyak 1 liter, didiamkan pada suhu ruang minimal 6–12 jam, kemudian digunakan untuk proses fermentasi sebanyak 100 kg ubi kayu selama 12–48 jam. Tabel 3.3 menampilkan data uji proses fermentasi ubi kayu dilakukan dalam dua perlakuan, yaitu dengan penggunaan inokulum dan tanpa inokulum selama perendaman 48 jam.

Tabel 3.3 Parameter Fermentasi Ubi Kayu dengan dan Tanpa Inokulum Campuran BAL dan Khamir

Waktu perendaman (jam)	Total bakteri asam laktat ($\log_{10}$ CFU/ml)		Total <i>coliform</i> ($\log_{10}$ CFU/ml)		pH		Suhu ($^{\circ}$ C)	
	A	B	A	B	A	B	A	B
0	6,90 $\pm$ 0,02 ^b	0,00 $\pm$ 0,00 ^a	4,75 $\pm$ 0,05 ^a	4,84 $\pm$ 0,06 ^a	6,49	7,02	28,00	28,00
12	8,34 $\pm$ 0,02 ^d	7,87 $\pm$ 0,56 ^c	6,53 $\pm$ 0,14 ^d	6,80 $\pm$ 0,05 ^e	4,42	4,45	28,33	28,00
24	8,79 $\pm$ 0,12 ^{ef}	8,53 $\pm$ 0,06 ^{de}	7,19 $\pm$ 0,05 ^f	8,16 $\pm$ 0,05 ^g	4,36	4,39	29,00	28,33
36	8,97 $\pm$ 0,06 ^f	8,25 $\pm$ 0,17 ^d	6,93 $\pm$ 0,03 ^e	7,18 $\pm$ 0,22 ^f	4,28	4,34	29,33	29,00
48	8,55 $\pm$ 0,39 ^{de}	6,93 $\pm$ 0,24 ^b	5,76 $\pm$ 0,11 ^b	6,28 $\pm$ 0,05 ^c	4,25	4,30	29,67	29,00

Keterangan: A: dengan penambahan inokulum, B: tanpa penambahan inokulum. Angka yang diikuti huruf berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata, huruf yang sama menunjukkan perbedaan tidak signifikan ($p>0,05$).

Sumber: Ichsyani (2014)

Berdasarkan pada pengujian proses fermentasi ubi kayu pada Tabel 3.2, diketahui penggunaan inokulum menghasilkan jumlah total bakteri asam laktat yang lebih tinggi, kandungan total bakteri patogen *coliform* yang lebih rendah, pH yang lebih asam, dan suhu yang sedikit lebih tinggi dibandingkan proses fermentasi tanpa inokulum selama perendaman 48 jam. Seperti diketahui, *coliform* merupakan kelompok bakteri patogen pencemar bahan pangan yang keberadaannya harus diminimalisasi.

Parameter lain yang diukur dari proses fermentasi ubi kayu adalah kadar sianida (HCN). Ubi kayu yang digunakan adalah ubi kayu segar varietas Markonah dengan warna kulit cokelat tua dan daging umbi berwarna putih dengan kandungan kadar HCN sebesar

289,575 ppm. Kandungan HCN diukur pada masa sebelum dan setelah fermentasi (telah menjadi tepung). Kandungan HCN ubi kayu diukur dari perlakuan fermentasi, yaitu rendaman yang diberi inokulum dan tanpa inokulum yang secara signifikan menurun ($p<0,05$) dibandingkan kandungan HCN ubi kayu segar (Tabel 3.4).

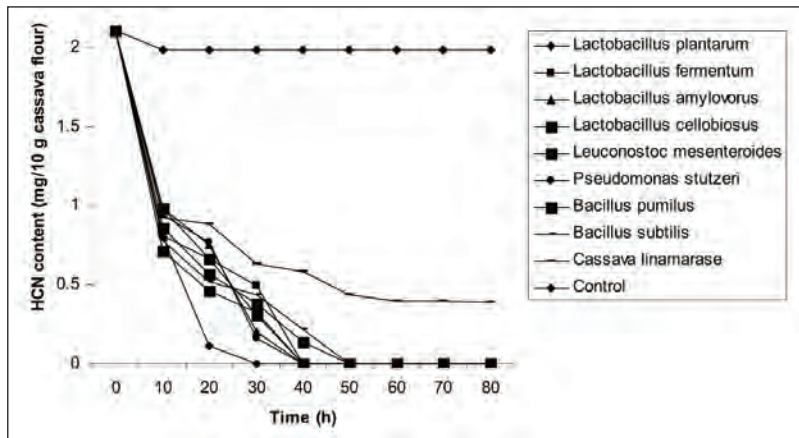
Tabel 3.4 Kandungan HCN pada Proses Pembuatan Mocaf dengan dan Tanpa Inokulum

Kondisi fermentasi	Kadar HCN (ppm)		Penurunan HCN (%)
	Sebelum fermentasi (<i>chips</i>)	Setelah fermentasi (tepung)	
Inokulum	157,64±18,77 ^c	75,57±3,87 ^a	52,06±3,69
Tanpa inokulum	115,49±31,94 ^b	78,16±8,19 ^a	32,32±11,54

Keterangan: Angka yang diikuti huruf berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata, huruf yang sama menunjukkan perbedaan tindakan signifikan ($p>0,05$).

Sumber: Ichsyani, 2014

Tabel 3.4 menunjukkan bahwa penggunaan inokulum pada proses fermentasi ubi kayu menghasilkan penurunan HCN lebih tinggi dibandingkan tanpa inokulum. Kadar akhir sianida pada mocaf selain dipengaruhi oleh varietas ubi kayu juga dipengaruhi oleh jenis mikrob yang digunakan. Penggunaan inokulum kultur tunggal *L. plantarum* FNCC 0027 menghasilkan penurunan kandungan HCN hingga sebesar 91,11% (Damayanti dkk, 2015), sedangkan penggunaan kultur tunggal dan campuran memberikan penurunan kadar sianida yang berbeda (Lambri dkk, 2013). Penggunaan kultur tunggal *S. cereviciae* menurunkan kadar sianida 65,9%, *L. plantarum* V22 sebesar 50,9%, dan *Oenococcus oeni* sebesar 55,1%, sedangkan kultur campuran ketiganya sebesar 34,2%. Kostinek dkk. (2008) menambahkan penggunaan dua strain *Lactobacillus* yaitu *Lactobacillus plantarum* BFE 6710 dan *L. fermentum* BFE 6620 selama 48 jam fermentasi, menghasilkan jumlah BAL 1–2 Log10 lebih tinggi



Sumber: Nwokoro (201)

Gambar 3.9 Perbandingan Penurunan HCN Ubi Kayu dengan Penambahan Bakteri yang Menghasilkan Enzim Linamarase.

dibandingkan kontrol yang tidak diinokulasi dengan BAL. Penelitian lain oleh Nwokoro (2016) mengungkapkan bahwa penggunaan bakteri asam laktat yang menghasilkan enzim linamarase dapat menurunkan kandungan HCN pada ubi kayu dibandingkan tanpa penggunaan bakteri (Gambar 3.9)

Selain proses fermentasi, proses pengolahan ubi kayu dapat mengurangi kadar sianida antara lain perendaman, fermentasi dan penjemuran. Lambri dkk. (2013) dalam studinya melaporkan bahwa proses fermentasi yang berlangsung selama 48 jam dengan kadar sianida awal 300 mg/kg berat kering dengan proses pengeringan suhu 60°C selama delapan jam, terjadi penurunan kadar sianida awal lebih dari 90%. Adamafio dkk. (2010) juga menyatakan bahwa proses fermentasi mikrob akan menghasilkan enzim linamarase, hidrosilnitrileliase, dan sianidahidratase yang mengatalis secara berurutan glikosida sianogenik menjadi HCN kemudian diubah menjadi formamida yang selanjutnya digunakan oleh mikrobia tersebut sebagai sumber nitrogen dan karbon, sehingga kandungan HCN pada produk ubi kayu akan berkurang.

G. Faktor-Faktor yang Memengaruhi Optimalisasi Fermentasi Mocaf (Catatan Penutup)

Berdasarkan pada deskripsi di atas, banyak faktor yang harus diperhatikan dalam mengoptimalkan proses pembuatan mocaf dengan menggunakan inokulum agar menghasilkan mocaf terstandar. Untuk mengoptimalkan produk akhir hasil fermentasi mocaf, perlu diketahui faktor-faktor yang mempengaruhi proses fermentasi dalam pembuatan mocaf.

1. Jenis inokulum. Loebis dan Meutia (2012) dalam studinya menyebutkan bahwa penggunaan berbagai macam jenis spesies BAL, yaitu *L. plantarum* dan *Lactococcus lactis*, serta campuran komposisi BAL pada lima jenis inokulum mocaf berpengaruh pada kadar protein, lemak, serat, karbohidrat, dan pati pada produk akhir. Pada penelitian lain, pembuatan mocaf dengan berbagai macam jenis inokulum kapang, yaitu *A. oryzae*, *Rhizopus oligosporus*, inokulum tempe, dan *Trichoderma reesei*, menghasilkan parameter warna, rasa sebagai uji sensorik, kadar air, kadar serat, kadar tepung, dan kadar dekstrin, sebagai parameter kimia, serta respons fisik yang berbeda. Terdapat interaksi antar-spesies mikrob dan lamanya waktu fermentasi yang berpengaruh secara signifikan terhadap warna, kadar tepung, tetapi tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kadar kelembapan dan kadar serat (Widiantara, Sutrisno, & Juliardi, 2012). Saat ini, sudah tersedia berbagai jenis inokulum mocaf yang dapat digunakan. Aspek yang diperhatikan dalam pemilihan inokulum berkualitas adalah komposisi mikrobnnya apakah berupa kultur tunggal atau campuran, jenis mikrob yang digunakan, kandungan sel hidup, prosedur penyimpanannya dan penggunaan.
2. Konsentrasi inokulum. Penggunaan konsentrasi inokulum yang berbeda menghasilkan karakteristik mocaf yang berbeda pula.

Penelitian Tefera, Ameha, dan Biruhtesfa (2014) menyebutkan bahwa penggunaan *S. cerevisiae*, *L. plantarum*, dan *Leuconostoc mesenteroides* pada level inokulum berbeda, yaitu 0,25 ml, 0,50 ml, dan 0,75 ml menghasilkan penurunan pH, kadar protein, dan sianida yang berbeda. Pada penelitian lain, penggunaan inokulum sebesar 1, 3, dan 5% juga berpengaruh terhadap kandungan protein dan kelarutan pati mocaf, yaitu terbaik pada konsentrasi inokulum sebesar 5% (Darmawan dkk., 2013). Dalam penelitian lain, penggunaan inokulum mocaf pada level 10, 12, 20, dan 25% berpengaruh pada rendemen, kadar pati, dan tekstur mocaf dengan hasil terbaik pada penggunaan inokulum 25% (Nusa, Suarti, & Alfiah, 2012).

3. Lama fermentasi. Dalam kajian oleh Widiantera dkk. (2012), lama fermentasi antara 24 jam, 48 jam, dan 72 jam pada proses pembuatan mocaf dengan menggunakan inokulum kapang menghasilkan produk mocaf terbaik pada lama fermentasi 48 jam. Pada penelitian lain, pembuatan mocaf dengan lama fermentasi 10, 20, 30, dan 40 jam menghasilkan rendemen, kadar pati, dan tekstur berbeda dengan hasil terbaik ketiga parameter didapat pada lama fermentasi 48 jam (Nusa dkk., 2012). Higienitas proses fermentasi juga harus mendapatkan perhatian, terutama pada proses pencucian bahan baku ubi kayu dan penggunaan sumber air bersih pada proses fermentasi *chips* ubi kayu.
4. Varietas ubi kayu. Berdasarkan pada hasil penelitian Amanu dan Susanto (2014), diketahui bahwa jenis ubi kayu yang berbeda, khususnya pada varietas Mentega dan Karet, yang berasal dari empat lokasi penanaman yang berbeda menghasilkan mocaf dengan kualitas yang berbeda walaupun difermentasi dengan inokulum yang sama, yaitu *Lactobacillus*. Bahan baku ubi kayu yang baik adalah ubi kayu segar, kandungan pati tinggi dan HCN di bawah 200 ppm.

5. Penambahan nutrisi tertentu. Studi yang dilakukan oleh Damayanti, Kurniadi, dan Helmi (2015) diketahui bahwa penambahan sumber gula, khususnya glukosa, dalam fermentasi ubi kayu diketahui dapat meningkatkan jumlah sel bakteri asam laktat dalam starter, meningkatkan kandungan karbohidrat, dan menurunkan kadar HCN pada produk hasil fermentasi. McLeod dkk. (2017) menyatakan, sebagai substrat untuk pertumbuhan bakteri, glukosa ditambahkan dengan tujuan mempercepat dan meningkatkan proses fermentasi meskipun dalam bahan baku tertentu sudah mengandung glukosa dalam kadar yang rendah. Penelitian lain oleh Sumarno dan Damayanti (2006) menyebutkan, sumber gula berupa laktosa ditambahkan untuk meningkatkan pertumbuhan bakteri asam laktat dan mempercepat proses fermentasi sari buah mengkudu dan sari kedelai. Carrasco dkk. (2016) mengatakan bahwa *Rhodotorula glacialis* memiliki aktivitas amilase, *Mrakia blollopis* memiliki aktivitas selulase, sedangkan *Tetracladium* sp. menunjukkan aktivitas glukamilase. Ketiga isolat *yeast* dapat tumbuh dalam medium *soluble starch* atau karboksimetil selulose sebagai sumber karbon tunggal. Dari keseluruhan jenis *yeast*, aktivitas amilase dan selulase lebih tinggi ketika dikultur dalam medium yang disuplementasi dengan glukosa dibandingkan *soluble starch* atau karboksimetil selulose.
6. Ketebalan *chips* ubi kayu. Darmawan dkk. (2013) dalam studinya menyebutkan bahwa ketebalan *chips* ubi kayu yang berbeda, yaitu 2, 4, dan 6 mm, dalam proses mocaf menghasilkan kualitas mocaf yang berbeda, khususnya pada kandungan protein dan kelarutan pati. Kandungan protein dan kelarutan pati terbaik dengan mocaf menggunakan inokulum didapatkan pada ketebalan *chips* 2 mm.

Daftar Pustaka

- Achi, O. K., & Akomas, N. S. (2006). Comparative assessment of fermentation techniques in the processing of fufu, a traditional fermented cassava product. *Pakistan Journal of Nutrition*, 5(3), 224–229.
- Adamafo, N. A., Sakyiamah, M., & Tettey, J. (2010). Fermentation in cassava (*Manihot esculenta* Crantz) pulp juice improves nutritive value of cassava peel. *African Journal of Biochemistry Research*, 4(3), 51–56.
- Adegunwa, M. O., Sanni, L. O., & Maziya-Dixon, B. (2011). Effects of fermentation length and varieties on the pasting properties of sour cassava starch. *African Journal of Biotechnology*, 10(42), 8428–8433.
- Adimpong, D. B., Nielsen, D. S., Sørensen, K. I., Derkx, P. M., & Jespersen, L. (2012). Genotypic characterization and safety assessment of lactic acid bacteria from indigenous African fermented food products. *BMC microbiology*, 12(1), 75.
- Akindahunsi, A. A., Oboh, G., & Oshodi, A. A. (1999). Effect of fermenting cassava with *Rhizopus oryzae* on the chemical composition of its flour and Gari products. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*, 76, 437–440.
- Alamu, E. O., Maziya-Dixon, B., & Dixon, A. G. (2017). Evaluation of proximate composition and pasting properties of high quality cassava flour (HQCF) from cassava genotypes (*Manihot esculenta* Crantz) of β -carotene-enriched roots. *LWT*, 86, 501–506.
- Allung, M. N. W. (2016). Optimasi gizi mocaf merah ditinjau dari berbagai konsentrasi angkak (*Seminar Nasional Sains dan Entrepreneurship III 2016*). Semarang, 20 Agustus 2016.
- Amanu, F. N., & Susanto, W. H. (2014). Pembuatan tepung mocaf di madura (kajian varietas dan lokasi penanaman) terhadap mutu dan rendemen. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(3), 161–169.
- Amoa-Awua, W. K. A., Appoh, F. E., & Jakobsen, M. (1996). Lactic acid fermentation of cassava dough into agbelima. *International Journal of Food Microbiology*, 31(1–3), 87–98.
- Amoa-Awua, W. K., Frisvad, J. C., Sefa-Dedeh, S., & Jakobsen, M. (1997). The contribution of moulds and yeasts to the fermentation

- of 'agbelima'cassava dough. *Journal of Applied Microbiology*, 83(3), 288–296.
- Amri, E., & Pratiwi, P. (2015). Pembuatan mocaf (modified cassava flour) dengan proses fermentasi menggunakan beberapa jenis ragi. *Jurnal Pelangi*, 6(2), 182–191.
- Arotupin, D. J. (2007). Evaluation of microorganisms from cassava waste water for production of amylase and cellulase. *Research Journal of Microbiology*, 2(5), 475–480.
- Aryanta, W. R. (2000). Traditional fermented foods in Indonesia. *Japanese Journal of Lactic Acid Bacteria*, 10(2), 90–102.
- Astriani. (2015). *Karakterisasi gatot terfermentasi oleh isolat indigenus gatot singkong (Rhizopus oligosporus dan Lactobacillus manihotivorans)* (Skripsi Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember).
- Azoulay, E., Jouanneau, F., Bertrand, J. C., Raphael, A., Janssens, J., & Lebeault, J. M. (1980). Fermentation methods for protein enrichment of cassava and corn with *Candida tropicalis*. *Appl. Environ. Microbiol.*, 39(1), 41–47.
- Balogopalan, C. (2002). Cassava utilization in food, feed and industry. *Cassava: Biology, production and utilization*, 301–318. Diakses pada 24 Agustus 2018 dari <https://www.dictionary.com/cgi-bin/dict.pl?term=Balogopalan>.
- Barros, F. F. C., Simiqueli, A. P. R., de Andrade, C. J., & Pastore, G. M. (2013). Production of enzymes from agroindustrial wastes by biosurfactant-producing strains of *Bacillus subtilis*. *Biotechnology Research International*, 2013.
- Barus, T., Kristani, A., & Yulandi, A. (2013). Short communication diversity of amylase-producing *Bacillus* spp. from “tape” (fermented cassava). *HAYATI Journal of Biosciences* 20(2), 94–98.
- BPS. (2019). Produksi ubi kayu menurut provinsi (ton), 1993–2015. Diakses pada 30 Maret 2019 dari <https://www.bps.go.id/link-TableDinamis/view/id/880>.
- Brauman, A., Keleke, S., Malonga, M., Miambi, E., & Ampe, F. (1996). Microbiological and biochemical characterization of cassava retting, a traditional lactic Acid fermentation for foo-foo (cassava flour) production. *Appl. Environ. Microbiol.*, 62(8), 2854–2858.

- Cardoso, A. P., Mirione, E., Ernesto, M., Massaza, F., Cliff, J., Haque, M. R., & Bradbury, J. H. (2005). Processing of cassava roots to remove cyanogens. *Journal of Food Composition and Analysis*, 18(5), 451–460.
- Carrasco, M., Villarreal, P., Barahona, S., Alcaíno, J., Cifuentes, V., & Baeza, M. (2016). Screening and characterization of amylase and cellulase activities in psychrotolerant yeasts. *BMC microbiology*, 16(1), 21.
- Chahrou, W., Merzouk, Y., Henni, J. E., Haddaji, M., & Kihal, M. (2013). Screening and identification of lactic acid bacteria isolated from sorghum silage processes in west Algeria. *African Journal of Biotechnology*, 12(14), 1703–1709.
- Damayani, E., & Sumarno, L. (2006). Kultivasi bakteri asam laktat dalam media fermentasi campuran sari buah mengkudu (*Morinda citrifolia*) dan susu kedelai. *Jurnal Widya Riset LIPI* 9(3), 71–81.
- Damayanti, E., Anggraeni, A. S., Ichsiyani, M., Sembiring, L., & Istiqomah, L. (2017). Yeast and lactic Acid bacteria with amylolytic activity as a starter on cassava fermentation. Dipresentasikan pada The 4th International Seminar, Congress and Workshop Indonesian Protein Society, Universitas Jember, 8–9 November 2017. Tidak dipublikasikan.
- Damayanti, E., Kurniadi, M., & Helmi, R. L. (2015). Optimasi fermentasi mocaf dengan starter *Lactobacillus plantarum* FNCC 0027 dan pengaruhnya pada penurunan kadar sianida. Makalah disampaikan pada sesi poster Kongres Ilmu Pengetahuan Nasional (KIPNAS) XI di Jakarta 8–9 Oktober 2015, kerja sama LIPI dengan Kemenristek. Tidak dipublikasikan.
- Damayanti, E., Ratsiwi, F. N., Istiqomah, L., Sembiring, L., & Febrisiantosa, A. (2017a). Phytate degrading activities of lactic acid bacteria isolated from traditional fermented food. *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1823, No. 1, p. 020053). AIP Publishing LLC.
- Damayanti, E., Sakti, A. A., Karimy, M. F., Herdian, H., Julendra, H., Sofyan, A. & Istiqomah, L. (2013). Penapisan bakteri asam laktat asal rumen sapi dan kambing sebagai probiotik dan viabilitasnya selama proses *spray drying* dan penyimpanan. *Prosiding Seminar Paparan IPT*, diselenggarakan oleh Kedeputian IPT LIPI, Yogyakarta, 3 Oktober 2013.

- 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.
- Dutton, J. A. (2018). The reaction of cellulose: Cellulolysis. Diakses pada 16 Desember 2019 dari <https://www.e-education.psu.edu/egee439/node/669>.
- El-Sharkawy, M. A. (2003). Cassava biology and physiology. *Plant Molecular Biology*, 53(5), 621–641.
- FAO. (2016). Food outlook, biannual report on global food markets. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, Italia.
- Fayemi, O. E., & Ojokoh, A. O. (2014). The effect of different fermentation techniques on the nutritional quality of the cassava product (fufu). *Journal of food processing and preservation*, 38(1), 183–192.
- Frediansyah, A., Kurniadi, M., Nurhikmat, A., & Susanto, A. (2012). Improving quality of mocaf (modified cassava flour) by bioprocess using *Lactobacillus plantarum* and its utility for foodstuff. *Proceeding of International Seminar Enhancing Grassroots Innovation Competitiveness for Poverty Alleviation (EGICPA)*. Yogyakarta, Indonesia, 16–18th October 2012, 140–145.
- Freire, A. L., Ramos, C. L., & Schwan, R. F. (2015). Microbiological and chemical parameters during cassava based-substrate fermentation using potential starter cultures of lactic acid bacteria and yeast. *Food Research International*, 76, 787–795.
- González, C. F., Fariña, J. I., & de Figueroa, L. I. C. (2008). Optimized amylolytic enzymes production in *Saccharomycopsis fibuligera* DSM-70554: An approach to efficient cassava starch utilization. *Enzyme and Microbial Technology*, 42(3), 272–277.
- Gupta, N., Balomajumder, C., & Agarwal, V. K. (2010). Enzymatic mechanism and biochemistry for cyanide degradation: A review. *Journal of Hazardous Materials*, 176(1–3), 1–13.
- Husniati, H., & Widhyastuti, N. (2013). Perbaikan mutu tepung singkong melalui teknologi fermentasi untuk menghasilkan tepung mocaf. *Indonesian Journal of Industrial Research*, 7(1), 25–33.

- Ichsyani, M., Sembiring, L., & Damayanti, E. (2014). *Screening aktivitas amilolitik isolat khamir dan bakteri asam laktat pada ubi kayu (Manihot esculenta Crantz) terfermentasi sebagai upaya penurunan kadar asam sianida (HCN)*. (Skripsi Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta).
- Infante, B., García, O., & Rivera, C. (2013). Characterization of dietary fiber and pectin of cassava bread obtained from different regions of Venezuela. *Revista chilena de nutrición*, 40(2), 169–173.
- Jayani, R. S., Saxena, S., & Gupta, R. (2005). Microbial pectinolytic enzymes: A review. *Process Biochemistry*, 40(9), 2931–2944.
- Jayus, Nurhayati, Subagio, A., & Widyatmoko, H. (2016). Modifikasi pati ubi kayu secara fermentasi dengan *Lactobacillus manihotivorans* dan *L. fermentum* yang diisolasi dari Gatot. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi*, 517–522.
- Kakou, A. C., Tagro Guehi, S., Olo, K., Akissi Kouame, F., Koffi Nevry, R., & Marina Koussemon, C. (2010). Biochemical and microbial changes during traditional spontaneous lactic acid fermentation process using two varieties of cassava for production of a “alladjan” starter. *International Food Research Journal*, 17, 563–573.
- Kemenperin. (2012). Industri tepung pacu investasi pabrik mocaf. Diakses pada 30 Maret 2018 dari <http://agro.kemenperin.go.id/1016-INDUSTRI-TEPUNG-Pacu-investasi-pabrik-mocaf>.
- Kimaryo, V. M., Massawe, G. A., Olasupo, N. A., & Holzapfel, W. H. (2000). The use of a starter culture in the fermentation of cassava for the production of “kivunde”, a traditional Tanzanian food product. *International Journal of Food Microbiology*, 56(2–3), 179–190.
- Kostinek, M., Specht, I., Edward, V. A., Schillinger, U., Hertel, C., Holzapfel, W. H., & Franz, C. M. (2005). Diversity and technological properties of predominant lactic acid bacteria from fermented cassava used for the preparation of Gari, a traditional African food. *Systematic and Applied Microbiology*, 28(6), 527–540.
- Kresnowati, M. T. A. P., Listianingrum, Zaenudin, A., & Trihatmoko, K. (2015, December). The effect of microbial starter composition on cassava chips fermentation for the production of fermented cassava flour. *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1699, No. 1, p. 030002). AIP Publishing LLC.

- Lambri, M., Fumi, M. D., Roda, A., & De Faveri, D. M. (2013). Improved processing methods to reduce the total cyanide content of cassava roots from Burundi. *African Journal of Biotechnology*, 12(19), 2685–2691.
- Lehmann, C. (2001). *Hydrolytic enzymes: amylases, proteases, lipases*. Diakses pada 16 Desember 2019 dari https://www.researchgate.net/publication/240623142_Hydrolytic_Enzymes_Amylases_Proteases_Lipases.
- Lei, V., Amoa-Awua, W. K. A., & Brimer, L. (1999). Degradation of cyanogenic glycosides by *Lactobacillus plantarum* strains from spontaneous cassava fermentation and other microorganisms. *International Journal of Food Microbiology*, 53(2–3), 169–184.
- Loebis, E. H., & Meutia, Y. R. (2012). Pembuatan starter mocaf termobilisasi dari isolat bakteri asam laktat dan aplikasinya pada proses produksi mocaf. *Jurnal Hasil Penelitian Industri*, 25(1), 35–47.
- Masniah & Yusuf. (2013). Potensi ubi kayu sebagai pangan fungsional. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi*, 581–587.
- McLeod, A., Mosleth, E. F., Rud, I., dos Santos, F. B., Snipen, L., Liland, K. H., & Axelsson, L. (2017). Effects of glucose availability in *Lactobacillus sakei*: metabolic change and regulation of the proteome and transcriptome. *PloS one*, 12(11), 1–20.
- Meryandini, A., Melani, V., & Sunarti, T. C. (2011). Addition of cellulolytic bacteria to improved the quality of fermented cassava flour. *African Journal of Food Science and Technology*, 2(2), 030–035.
- Mohammed, S. I., Steenson, L. R., & Kirleis, A. W. (1991). Isolation and characterization of microorganisms associated with the traditional sorghum fermentation for production of Sudanese kiswa. *Appl. Environ. Microbiol.*, 57(9), 2529–2533.
- Montagnac, J. A., Davis, C. R., & Tanumihardjo, S. A. (2009). Processing techniques to reduce toxicity and antinutrients of cassava for use as a staple food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 8(1), 17–27.

- Moreira, K. A., Herculano, P. N., Maciel, M. H. C., Porto, T. S., Spier, M. R., Souza-Motta, C. M., & Soccoi, C. R. (2014). Optimization of phytase production by *Aspergillus japonicus* Saito URM 5633 using cassava bast as substrate in solid state fermentation. *African Journal of Microbiology Research*, 8(9), 929–938.
- Morgan, N. K., & Choct, M. (2016). Cassava: Nutrient composition and nutritive value in poultry diets. *Animal Nutrition*, 2(4), 253–261.
- Mugula, J. K., Nnko, S. A. M., Narvhus, J. A., & Sørhaug, T. (2003). Microbiological and fermentation characteristics of togwa: A Tanzanian fermented food. *International Journal of Food Microbiology*, 80(3), 187–199.
- Nebiyu, A., & Getachew, E. (2011). Soaking and drying of cassava roots reduced cyanogenic potential of three cassava varieties at Jimma, Southwest Ethiopia. *African Journal of Biotechnology*, 10(62), 13465–13469.
- Nhassico, D., Muquingue, H., Cliff, J., Cumbana, A., & Bradbury, J. H. (2008). Rising African cassava production: Diseases due to high cyanide intake and control measures. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(12), 2043–2049.
- Nuraida, L. (2015). A review: Health promoting lactic acid bacteria in traditional Indonesian fermented foods. *Food Science and Human Wellness*, 4(2), 47–55.
- Nurfiana, D. A. (2017). *Pengembangan inokulum kering Lactobacillus plantarum hl 15 dengan metode pengering oven untuk fermentasi biji kakao*. (Skripsi Fakultas Teknologi Pangan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta).
- Nusa, M. I., Suarti, B., & Alfiah. (2012). Pembuatan tepung mocaf melalui penambahan starter dan lama fermentasi (modified cassava flour). *Agrium: Jurnal Ilmu Pertanian*, 17(3), 210–217.
- Nwokoro, O. (2016). Linamarase production by some microbial isolates and a comparison of the rate of degradation of cassava cyanide by microbial and cassava linamarases. *Hemijiska industrija*, 70(2), 129–136.
- Nwokoro, O., & Anya, F. O. (2011). Linamarase enzyme from *Lactobacillus delbrueckii* NRRL B-763: Purification and some properties

- of a β -glucosidase. *Journal of the Mexican Chemical Society*, 55(4), 246–250.
- Nzwalo, H., & Cliff, J. (2011). Konzo: From poverty, cassava, and cyanogen intake to toxico-nutritional neurological disease. *PLoS neglected tropical diseases*, 5(6), 1–8.
- Obadina, A. O., Oyewole, O. B., & Odusami, A. O. (2009). Microbiological safety and quality assessment of some fermented cassava products (lafun, fufu, gari). *Scientific Research and Essay*, 4(5), 432–435.
- Ojo, A., & Akande, E. A. (2013). Quality evaluation of 'gari' produced from cassava and sweet potato tuber mixes. *African Journal of Biotechnology*, 12(31), 4920–4924.
- Oramahi, A. H., & Haryadi, H. (2006). Identifikasi jamur genus *aspergillus* pada gaplek di Kabupaten Gunung Kidul. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 12(1), 25–32.
- Ouoba, L. I. I., Nyanga-Koumou, C. A. G., Parkouda, C., Sawadogo, H., Kobawila, S. C., Keleke, S., & Sutherland, J. P. (2010). Genotypic diversity of lactic acid bacteria isolated from African traditional alkaline-fermented foods. *Journal of Applied Microbiology*, 108(6), 2019–2029.
- Oyetayo, V. O. (2006). Nutrient and antinutrient contents of cassava steeped in different types of water for pupuru production. *Research Journal of Microbiology*, 1(5), 423–427.
- Oyewole, O. B. (1992). Cassava processing in Africa. Applications of Biotechnology to Fermented Foods: Report of an Ad Hoc Panel of the Board on Science and Technology for International Development. National Academies Press (US). Diakses pada 24 April 2018 dari <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK234676/>.
- Oyewole, O. B. (2001). Characteristics and significance of yeasts involvement in cassava fermentation for 'fufu' production. *International Journal of Food Microbiology*, 65(3), 213–218.
- Oyewole, O.B. & Sanni L.O. (1995). Constraints in traditional cassava processing the case of fufu production. Dalam Agbor (Ed.), *Transformation Ailimentaire du Manioc*. Paris: Orstrorn Press.
- Padmaja, G., & Steinkraus, K. H. (1995). Cyanide detoxification in cassava for food and feed uses. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 35(4), 299–339.

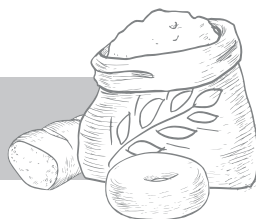
- Pervez, S., Aman, A., Iqbal, S., Siddiqui, N. N., & Qader, S. A. U. (2014). Saccharification and liquefaction of cassava starch: An alternative source for the production of bioethanol using amylolytic enzymes by double fermentation process. *BMC Biotechnology*, 14(1), 49.
- Požrl, T., Kopjar, M., Kurent, I., Hribar, J., Janeš, A., & Simčič, M. (2009). Phytate degradation during breadmaking: the influence of flour type and breadmaking procedures. *Czech Journal of Food Sciences*, 27(1), 29–38.
- Pratiwi, N. W., Sidar, A., Zakaria, L., Darmadji P., & Rahayu, E. S. (2015). Airborne fungi and aflatoxin-producing *Aspergillus flavus* group on gaplek (dried cassava) storage Warehouse in Gunung Kidul, Yogyakarta, Indonesia. *Asian Journal of Microbiology, Biotechnology & Environmental Sciences Paper*, 17(4), 785–798.
- Rahayu, E. S., Djaafar, T. F., Wibowo, D., & Sudarmadji, S. (1996). Lactic acid bacteria from indigenous fermented foods and their antimicrobial activity. *Indonesian Food and Nutrition Progress*, 3(2), 21–28.
- Rattanachomsri, U., Tanapongpipat, S., Eurwilaichitr, L., & Champreda, V. (2009). Simultaneous non-thermal saccharification of cassava pulp by multi-enzyme activity and ethanol fermentation by *Candida tropicalis*. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 107(5), 488–493.
- Schwan, R. F., Almeida, E. G., Souza-Dias, M. A. G., & Jespersen, L. (2007). Yeast diversity in rice–cassava fermentations produced by the indigenous Tapirapé people of Brazil. *FEMS yeast research*, 7(6), 966–972.
- Shakir, B. M. (2013). *Production of modified cassava flour (mocaf)*. (Disertasi Master of Chemical Engineering with Entrepreneurship Faculty of Chemical & Natural Resources Engineering. Universiti Malaysia Pahang).
- Sugiharta, I., Hendri, J., Yuwono, S. D., & Simanjuntak, W. (2015). Mocaf characterization using thermogravimetric analysis (TGA). *Proceeding of the IConSSE FSM SWCU: BC*, 118–121.
- Suhartatik, N., Cahyanto, M. N., Rahardjo, S., Miyashita, M., & Rahayu, E. S. (2014). Isolation and identification of lactic acid bacteria

- producing β glucosidase from Indonesian fermented foods. *International Food Research Journal*, 21(3), 973–978.
- Suhery, W. N., Halim, A., & Lucida, H. (2013). Uji sifat fisikokimia mocaf (modified cassava flour) dan pati singkong termodifikasi untuk formulasi tablet. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 6(3), 129–137
- Sulistyo, J., & Nakahara, K. (2013). Cassava flour modification by microorganism. *Proceedings of the 1st International Symposium on Microbial Technology for Food and Energy*. DOI (Vol. 10, No. 2.1, pp. 3702–4966).
- Sulistyo, J., Shya, L. J., Mamat, H., & Wahab, N. A. (2016, June). Nutritional value of fortified cassava flour prepared from modified cassava flour and fermented protein hydrolysates. *Proceedings of AIP Conference* (Vol. 1744, No. 1, p. 020030). AIP Publishing LLC.
- Tanya, A. N., Darman, R. D., Ejoh, R. A., & Mbahe, R. (2006). Physicochemical and sensory analysis of fermented flour “kumkum” from three improved and one local cassava varieties in the Adamawa Province of Cameroon. *Pakistan Journal of Nutrition* 5, 355–358.
- Tefera, T., Ameha, K., & Biruhtesfa, A. (2014). Cassava based foods: Microbial fermentation by single starter culture towards cyanide reduction, protein enhancement and palatability. *International Food Research Journal*, 21(5), 1751–1756.
- Tivana, L. D., Bvochora, J., Mutukumira, A. N., Owens, J. D., & Zvauya, R. (2007). Heap fermentation of cassava (*Manihot Esculenta* Crantz) in Nampula province, Mozambique. *Proceedings of the 13th ISTRC Symposium*, 445–450.
- Turpin, W., Humblot, C., & Guyot, J. P. (2011). Genetic screening of functional properties of lactic acid bacteria in a fermented pearl millet slurry and in the metagenome of fermented starchy foods. *Appl. Environ. Microbiol.*, 77(24), 8722–8734.
- Uyoh, E. A., Ntui, V. O., & Udoma, N. N. (2009). Effect of local cassava fermentation methods on some physiochemical and sensory properties of fufu. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8(8), 1123–1125.
- Wargiono, J., & Richana, N. (2008). Traditional and new uses of cassava roots in Indonesia. *Proceedings of the Eighth Regional Workshop held in Vientiane, Lao PDR*. Oct 20–24, 2008.

- Widiantara, T., Sutrisno, A. D., & Juliardi. (2012). Pengolahan tepung ubi kayu termodifikasi (modified cassava flour) berdasarkan variasi jenis mikroorganisme dan lama fermentasi. *Infomatek*, 14(1), 27–38.
- Wulandari, Y. W., & Mustofa, A. (2017). Karakteristik kimiawi tepung mocaf dengan variasi fermentasi spontan menggunakan youghurt sebagai starter culture. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 1(1), 18–22.
- Yulifianti, R., & Ginting, E. (2011). Karakteristik tepung mocaf dari beberapa varietas/klon ubi kayu. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi*.
- Yulineri, T., Hardiningsih, R., & Suciarmih, S. (1997). Keberadaan kapang pada gaplek: Pengaruh terhadap kualitas dan daya simpan. *Berita Biologi*, 4(1), 27–33.
- Zullaikah, S., Widjaja, T., Istianah, N., Aparmarta, H. W., Gunawan, S., Prasetyoko, D., & Ernawati, L. (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.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

BAB 4



Peluang Pengembangan Industri Pangan Sehat Berbasis Mocaf

Rahmi Lestari & Dhevi E. I. R. Mahelingga

Peluang industri pangan sehat berbasis mocaf dibahas dari sudut pandang manajemen inovasi, yang mencakup aspek peluang inovasi produk baru berbasis mocaf, penerimaan pasar terkait produk pangan kesehatan/pangan fungsional, serta aspek regulasi untuk produk pangan sehat. Aspek penerimaan pasar memegang peranan penting karena sangat menentukan keberhasilan pengembangan industri pangan sehat berbasis mocaf pada masa mendatang. Pene-
katan peran penting UMKM dalam menangkap peluang industri berbasis mocaf ini juga menjadi penting karena kelompok industri inilah yang paling banyak menggerakkan usaha pembuatan mocaf dan produk olahannya.

A. Kebutuhan Pangan Sehat Berbasis Mocaf

Saat ini Indonesia memiliki ketergantungan yang cukup tinggi terhadap terigu sebagai salah satu sumber pangan utama. Berdasarkan data Asosiasi Pengusaha Tepung Terigu Indonesia (Aptindo), volume impor gandum Indonesia pada 2017 naik sekitar 9% menjadi 11,48

Buku ini tidak diperjualbelikan.

juta ton dibandingkan tahun sebelumnya. Demikian pula nilainya meningkat 9,9% menjadi US\$2,65 miliar dari sebelumnya. Impor gandum Indonesia terbesar berasal dari Australia, yakni mencapai 4,23 juta ton atau sekitar 37% dari total impor. Terbesar kedua dari Ukraina sebesar 1,98 juta ton atau sekitar 17% dan ketiga dari Kanada mencapai 14,7% dari total impor dunia. Hal ini tentu membebani devisa negara serta mengganggu ketahanan pangan nasional (Andri, 2019).

Salah satu upaya mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan terigu adalah menggali produk tepung dari sumber daya lokal yang memiliki keunggulan komparatif fungsional dibandingkan tepung terigu. Kebutuhan ini tidak dapat dibendung lagi karena terdapat kecenderungan masyarakat dunia makin sadar akan gaya hidup sehat melalui, salah satunya, mencari bahan pangan yang kaya serat, bebas gluten, dan rendah kolesterol. Upaya menerapkan gaya hidup sehat pada prinsipnya, salah satunya, memilih jenis-jenis bahan makanan makanan sehat, sekaligus juga dapat mencegah penyakit, tanpa harus mengonsumsi obat-obatan kimiawi. Makanan atau bahan makanan sehat ini dikonsumsi tidak sekadar memenuhi kebutuhan gizi untuk kelangsungan hidup dan pertumbuhan manusia, tetapi juga berfungsi untuk memperbaiki target kesehatan pada satu atau lebih fungsi organ tubuh. Bahan makanan dan makanan yang memenuhi kriteria tersebut dikenal sebagai bahan pangan fungsional.

Terminologi “pangan fungsional” sudah banyak dirumuskan oleh para ahli dunia (Tebbens, 2005; Howlett, 2008). Pada prinsipnya pangan fungsional adalah bahan pangan yang mengandung satu atau lebih bahan fungsional yang memiliki efek kesehatan bagi satu atau lebih fungsi tubuh. Pada 1990-an, Komisi Eropa pembentukan komunitas yang dapat mengeksplorasi konsep pangan fungsional, yang beranggotakan para ahli nutrisi dan ilmu-ilmu yang berkenaan dengan pembahasan ini dalam suatu wadah yang disebut dengan

functional food sciences in Europe atau disingkat FUFOS. FUFOS mendefinisikan pangan fungsional sebagai berikut (Howlett, 2008):

A food that beneficially affects one or more target functions in the body beyond adequate nutritional affects in a way that is relevant to either an improved state of health and well-being and/or reduction of risk of disease. Not a pill, a capsule or any form of dietary supplement. Consumed as a part of a normal food pattern (h. 4)

Lebih jauh Howlett menjelaskan pula bahwa berdasarkan pada sudut pandang praktis, pangan fungsional dapat berupa:

- a) suatu bahan makanan alami, atau yang belum dimodifikasi;
- b) suatu bahan makanan yang mengandung salah satu komponen yang telah ditingkatkan melalui perlakuan dan pertumbuhan kondisi tertentu, persilangan, atau dengan bantuan bioteknologi;
- c) suatu bahan makanan dengan salah satu komponennya ditambahkan untuk meningkatkan kegunaannya;
- d) suatu bahan makanan dengan satu atau lebih komponen kandungannya telah dihilangkan melalui proses bioteknologi dan teknologi lainnya sehingga dapat lebih meningkatkan kegunaannya;
- e) suatu bahan makanan, yang salah satu komponennya telah digantikan dengan komponen alternatif lainnya dengan sifat-sifat yang diinginkan;
- f) suatu bahan makanan, yang mana salah satu komponennya telah dimodifikasi melalui proses enzimatik, kimiawi, ataupun bantuan teknologi lainnya untuk meningkatkan kegunaannya;
- g) suatu bahan makanan dengan kandungan komponen alamiah yang telah dimodifikasi;
- h) kombinasi dari beberapa aspek di atas.

Dalam kurun waktu lima tahun terakhir ini, pengembangan produk mocaf sebagai salah satu produk ubi kayu terfermentasi di Indonesia sangat masif. Pemerintah mendorong program-program yang memanfaatkan dan mengembangkan sumber daya hayati lokal sebagai produk potensial. Program ini juga sejalan dengan upaya mengurangi ketergantungan impor tepung terigu dalam menopang pertumbuhan ekonomi nasional, mengingat nilai impor terigu semakin menyedot devisa negara.

Mocaf sebagai bahan pangan sehat memiliki beberapa keunggulan, yang sekaligus menjadi *unique selling point*. *Pertama*, dari kandungan karbohidrat kompleks berupa serat pangan yang lebih tinggi dibandingkan tepung terigu. Dalam mocaf bahkan mengandung fosfor (P) dan besi (Fe) yang tidak terkandung dalam tepung terigu. Kandungan kalsium pada mocaf relatif lebih unggul dibandingkan tepung terigu sehingga bahan ini memiliki potensi dapat menunjang kesehatan tulang dan gigi. Lebih jauh lagi, secara alami, mocaf dapat mengandung vitamin A yang tidak ditemukan pada tepung terigu. *Kedua*, tidak ada aroma ubi kayu yang tajam sebagaimana tepung singkong atau tepung tapioka. Aroma yang khas ubi kayu berasal dari kandungan HCN di dalamnya. Adanya aktivitas fermentasi basah (*submerged fermentation*) oleh bakteri (terutama bakteri asam laktat) dan kapang menyebabkan proses penguraian pati, proses asidifikasi, detoksifikasi, dan pengembangan aroma (*flavor*) dari bahan utama ubi kayu (Oyewole, 1991).

Selain memberi aroma khas pada mocaf, aktivitas bakteri asam laktat (BAL) dapat mencegah pertumbuhan bakteri pembusuk dan bakteri patogen. *Ketiga*, metabolit yang dihasilkan dari aktivitas BAL selama fermentasi bahan baku mocaf juga bermanfaat untuk menjaga kesehatan usus dan menjaga kadar kolesterol dalam darah. BAL juga bermanfaat untuk meningkatkan daya tahan tubuh dan dapat menghasilkan antibiotika alami (Sandine, 1987, dalam Sobowale, Olurin, & Oyewole, 2007). *Keempat*, tingkat viskositas

(tingkat kekentalan) tepung tinggi, yang berarti jika tepung diberi air, kelengketan dengan tepung relatif tinggi. Jika dibandingkan tepung gaplek dan tepung terigu, berturut turut tingkat viskositasnya adalah gaplek < terigu < mocaf. *Kelima*, tepung mocaf memiliki rendemen yang lebih tinggi dibandingkan tepung tapioka. Rendemen pembuatan mocaf sebesar 35%, artinya dengan bahan baku sebesar 10 kg akan dihasilkan mocaf sebesar 3,5 kg, sementara rendemen pembuatan tepung tapioka hanya sebesar 18,744% (Nugraheni, Handayani, & Utama, 2015). Meski demikian, menurut Direktorat Pengolahan Hasil Pertanian (2012), tinggi atau rendahnya rendemen pada suatu produk juga ditentukan oleh bahan baku yang digunakan.

Dengan demikian, nilai tambah mocaf diperoleh dari proses fermentasi, tidak hanya memberi pengaruh kepada aroma khas mocaf, tetapi mocaf memberikan manfaat bagi kesehatan sehingga dapat memenuhi kriteria sebagai bahan pangan fungsional.

B. Inovasi dan Pengembangan Produk Baru Berbasis Mocaf

Untuk menjamin kesinambungan kegiatan usaha dan unggul dalam persaingan, semua jenis dan skala usaha (termasuk UMKM) harus melakukan inovasi, baik dalam bentuk inovasi proses, inovasi produk, inovasi manajemen, inovasi model bisnis, maupun inovasi pemasaran (Kazimierska & Grębosz-Krawczyk, 2017; Reguia, 2014; Cooper, 2013).

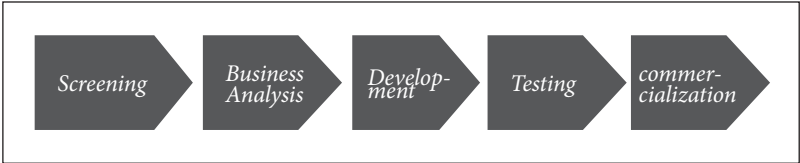
Pengembangan produk baru (*new product development*) merupakan kegiatan inovasi produk yang dapat dilakukan dengan berbagai cara. Salah satunya melalui perubahan-perubahan pada desain produk yang ada saat ini atau menggunakan teknik baru melalui pendekatan dari metode produksi yang ada sebelumnya. Inovasi produk tidak hanya berfokus pada pasar dan produk yang ada saat ini saja, tetapi juga dilakukan perubahan pada fitur-fitur

dan fungsi yang sebelumnya tidak tersedia. Produk inovasi dapat dilihat dari dua sisi, yaitu sisi internal, yang sangat bergantung pada pengetahuan, kapasitas, sumber daya, dan teknologi yang digunakan di perusahaan. Sementara dari sisi eksternal adalah berfokus pada kebutuhan konsumen dan harapan pemilik (Reguia, 2014).

Lebih jauh, Kazimierska dan Grębosz-Krawczyk (2017) menyatakan bahwa pengembangan produk baru merupakan proses yang penting dalam membuat produk yang dapat memenuhi keinginan konsumen serta membedakan perusahaan dengan kompetitor. Proses pengembangan produk baru sangat spesifik pada setiap sektor industri, dengan mempertimbangkan tingkat personalisasi dari produk dan kemungkinan kerja sama yang lebih erat dengan pengguna akhir.

Untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses pengembangan produk baru, tahapan pengembangan yang terintegrasi dan simultan telah dilibatkan, yang mana perbedaan tahapan tersebut tidak dapat dipisahkan dan konsep produk awal dapat dimodifikasi dan dikembangkan melalui proses pertemuan atau diskusi dengan pengguna, pemasok, dan umpan balik yang dihasilkan dari tiap tahapan. Sebagai konsekuensinya, perusahaan memodifikasi teknologi yang digunakan serta SDM yang dikelola (Cimatti & Campana, 2016 dalam Kazimierska & Grębosz-Krawczyk 2017).

Secara umum, tahapan kunci pengembangan produk baru dapat terdiri atas tahapan sebagai berikut (Gambar 4.1):

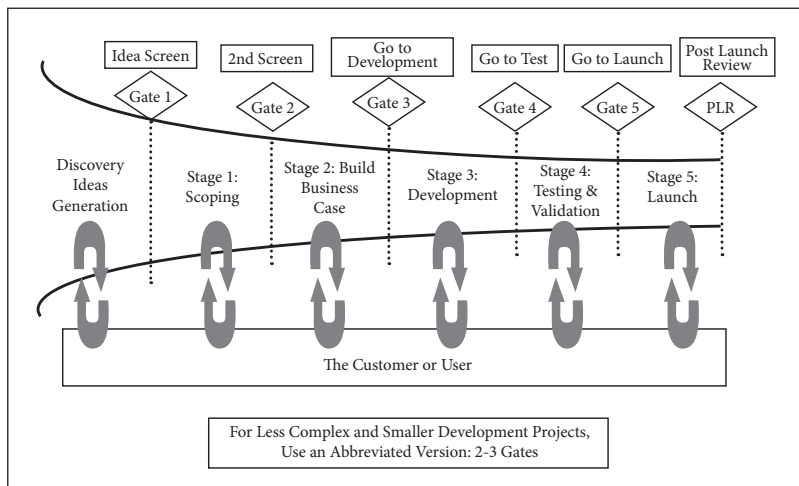


Sumber: Reguia (2014) dimodifikasi

Gambar 4.1 Tahapan Kunci Pengembangan Produk Baru

Pada setiap tahapan, seluruh bagian fungsional terlibat, baik riset dan pengembangan (R&D), pemasaran, maupun bagian produksi. Komunikasi efektif dan kolaborasi merupakan hal yang mendasar untuk pengembangan produk yang sukses. Salah satu metode yang paling umum untuk mengelola tahapan dan fungsi dalam pengembangan produk baru adalah yang disebut dengan *state-gate system* atau *idea-to-launch process* yang dikembangkan oleh Cooper (2013). Proses atau sistem tersebut menggambarkan secara detail kewajiban dan ketentuan tiap area fungsi untuk setiap tahap proses sebagaimana Gambar 4.2.

Cooper (2013) juga menjelaskan, manfaat utama dari *state-gate system* ini, selain menjadi rujukan formal proses pengembangan produk baru, dapat meminimalisasi risiko kerugian akibat kelalaian pada setiap proses, juga dalam rangka memastikan keputusan yang diambil telah mempertimbangkan perspektif yang berbeda dari tiap fungsi organisasi yang terkait dengan pengembangan produk baru.



Sumber: Cooper (2013)

Gambar 4.2 Tahapan Pengembangan Produk Baru

Pada Gambar 4.2, terlihat bahwa kegiatan pengembangan produk baru melibatkan sumber daya lintas fungsi dalam perusahaan, baik divisi R&D, divisi pemasaran, divisi produksi, divisi sarpras, SDM, maupun unsur-unsur manajerial. Tergambar dengan jelas bahwa pada semua tahapan (*stage*) selalu melibatkan *customer* atau pengguna sebagai sumber pengetahuan untuk pengembangan produk baru sehingga terjadi aliran pengetahuan pada setiap tahap yang dapat menghasilkan pengetahuan baru (*new knowledge*) bagi perusahaan. Setelah proses identifikasi dan penyaringan ide, terdapat empat tahapan kunci yang melibatkan lima *gate*. Setiap *gate* merupakan titik pengambilan keputusan berdasarkan pada luaran proses dan informasi yang diperoleh dari tahapan sebelumnya, yang mengisyaratkan suatu proses dapat “dilanjutkan”, “dihentikan”, atau “ditanggguhkan”. Selain unsur internal organisasi, dari tahap awal sistem *state-gate* sudah melibatkan data/informasi pasar, konsumen, atau calon pengguna produk agar produk yang dikembangkan sudah sesuai dengan kebutuhan pengguna dan organisasi. Kompleksitas penerapan sistem *state-gate* ini sangat bergantung pada jenis portofolio produk, lingkup pasar, tingkat kebaruan, dan jenis inovasi produk yang dikembangkan. Reguia (2014) lebih jauh menjelaskan lingkup produk inovasi sangat luas, dapat dimulai dari perubahan-perubahan minor dalam bentuk perubahan tampilan, kemasan produk, ekstensi lini produk, menambahkan komponen layanan, atau diferensiasi produk. Mengingat kompleksnya proses pengembangan produk baru, pada jenis usaha yang lebih kecil pun tetap membutuhkan penerapan sistem pengembangan produk baru ini, walaupun mengimplementasikan proses yang lebih sederhana, atau hanya mencakup 2–3 *gate* (Cooper, 2013).

Pengembangan produk pangan basis mocaf sudah banyak dilakukan masyarakat dalam skala rumah tangga dan usaha kecil-menengah (UKM). Sedikit sekali informasi terkait dengan industri

dan kapasitas produksi produk berbasis mocaf ini. Dari perspektif inovasi produk berbasis mocaf, keberadaan produk pangan olahan mocaf saat ini dapat dikategorikan sebagai “produk baru” sesuai dengan kategori yang dikemukakan oleh Booz-Allen dan Hamilton (1982 dalam Cooper, 2001). Sebagai contoh, pada perusahaan yang memproduksi produk makanan A yang menggunakan bahan baku tepung terigu, dan selanjutnya memproduksi produk makanan B (dengan menggunakan bahan substitusi tepung terigu), maka produk makanan B bagi perusahaan ini dapat dikategorikan “baru” bagi usaha yang belum pernah mengembangkan produk pangan sejenis (*newness to company*). Kebaruan (*newess*) dari produk olahan mocaf dapat pula dikategorikan sebagai lini produk baru (*new product line*) jika perusahaan yang menghasilkan produk B berbasis mocaf mengembangkan aneka varian produk B sehingga ada pengembangan produk baru B1, B2, B3, B4, dan seterusnya. Kebaruan produk olahan pangan mocaf ini juga dapat dilihat dari upaya untuk memperbaiki standar kualitas sesuai dengan keinginan pengguna sehingga dapat dikategorikan sebagai perbaikan kualitas dan revisi dari produk olahan mocaf yang ada saat ini (*improvement and revision to existing products*).

Dalam sudut pandang manajemen produk baru, inovasi produk (baru) berbasis mocaf dapat diperoleh dalam beberapa bentuk sebagaimana Tabel 4.1.

Untuk menjamin diperolehnya produk mocaf sesuai dengan standar mutu yang diinginkan oleh pasar sekaligus meningkatkan daya saing produk mocaf, diperlukan suatu upaya pengelolaan produk baru yang melibatkan banyak aspek dalam keseluruhan proses manajemen inovasi (Cohen & Levinthal, 1989). Manajemen produk baru ini, pada prinsipnya, diperlukan terutama untuk mengurangi risiko kegagalan yang ditimbulkan pada keseluruhan

Tabel 4.1 Kemungkinan Inovasi yang berkaitan dengan Mocaf yang Memiliki Nilai Tambah

No	Jenis Produk yang Ada Sekarang*)	Deskripsi Produk	Pengguna	Kemungkinan Jenis Inovasi Produk yang Dapat Dikembangkan
1.	<i>Chips</i> ubi kayu kering	Ubi kayu yang sudah dibuat <i>chips</i> /irisian tipis dan difermentasi sesuai dengan parameter proses tertentu	Industri pengolahan mocaf / penepungan <i>chips</i>	Revisi dan perbaikan dari produk yang ada saat ini dalam bentuk a. Perbaikan proses pencacahan (mekanisasi peralatan proses, bentuk dan ukuran cacahan (<i>chip</i>). b. Perbaikan proses pengeringan <i>chip</i> (mekanisasi alat, lama pengeringan, teknik pengeringan). c. Perbaikan proses perendaman/fermentasi (lama perendaman/fermentasi, jenis dan komposisi mikroba/biakan dalam inokulum). d. Perbaikan proses penyimpanan <i>chip</i> dan pengemasan.
2.	Inokulum/ <i>starter</i> mocaf	Inokulum dengan komposisi mikroba tertentu dan berfungsi sebagai agen fermentasi <i>chip</i> ubi kayu, baik dalam bentuk sediaan kering maupun basah	Industri pengolahan mocaf /penepungan <i>chips</i>	Komposisi dan jenis mikroba dalam inokulum Formulasi inokulum sesuai dengan jenis ubi kayu Proses pengeringan dan pengemasan inokulum

Buku ini tidak diperjualbelikan.

No	Jenis Produk yang Ada Sekarang*)	Deskripsi Produk	Pengguna	Kemungkinan Jenis Inovasi Produk yang Dapat Dikembangkan
3.	Mocaf	Sesuai dengan standar SNI	Industri pengolahan pangan, atau rumah tangga/ pengguna akhir	Perbaikan dan revisi pada 1 atau beberapa proses pembuatan mocaf (seleksi bahan baku, pengupasan, pencacahan, perendaman, pengeringan, penepungan, pengayakan dan pengemasan Mocaf instan Terformulasi (untuk produk pangan tertentu) disertai tata cara pembuatan pangan dan saran penyajian
4.	Aneka olahan makanan dari mocaf	Mengolah Mocaf menjadi aneka makanan langsung siap ataupun (kue kering, keik, kue basah, gorengan, kripik,) Mengembangkan olahan substitusi tepung terigu untuk aneka produk pangan yang sehat	Industri pangan kemasan/ pengguna akhir	Aneka produk pangan yang mengandung substitusi tepung-tepungan) terigu, tepung beras, tepung tapioka ataupun tepung lainnya), baik substitusi sebagian maupun seluruhnya Buku saku yang berisi pengetahuan praktis terkait dengan seluk beluk mocaf, potensi manfaat, proses pembuatan mocaf dan aneka resep olahan mocaf (dapat dibuat terpisah)

Keterangan: Berdasarkan pada jenis produk akhir atau produk antara yang saat ini dapat dipasarkan secara terpisah.

tahap inovasi pengembangan produk baru, dari tahap pencarian ide (*generating ideas*) sampai ke tahap melepas produk (*launch*).

Pengembangan dan komersialisasi produk (baru) mocaf sebagai salah satu produk pangan fungsional merupakan hal yang kompleks, mahal, dan berisiko karena harus memenuhi ketentuan tertentu. Beberapa aspek penting yang perlu diperhatikan selama proses pengembangan dan pemasaran produk baru pangan fungsional adalah (i) identifikasi senyawa fungsional dan menilai efek fisiologisnya bagi tubuh; (ii) mengembangkan matriks pangan yang sesuai; (iii) memperhitungkan bioavailabilitas dan potensi perubahan selama proses dan persiapan pangan; (iv) edukasi konsumen; (v) uji klinis untuk mengetahui pengaruh konsumsi pangan dalam rangka meningkatkan pembuktian klaim kesehatannya (Kotilainen, Rajalahti, Ragasa, & Pehu, 2006).

Lebih jauh, Cooper (2001) mendeskripsikan setidaknya empat faktor penyebab kegagalan dalam manajemen produk baru bagi suatu perusahaan.

Faktor 1: minimnya studi dan survei pasar terkait produk yang akan dikembangkan. Pada prinsipnya diakibatkan oleh perusahaan kurang memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi kebutuhan riil di pasar, atau perusahaan tidak mampu menerjemahkan kebutuhan pengguna. Faktor ini juga disebabkan oleh minimnya aktivitas pengujian lapangan atau terlalu optimis pada respons dan penerimaan pasar.

Faktor 2: permasalahan teknis. Masalah teknis ini terkait dengan perancangan dan produksi, yaitu pada saat mengonversi skala produksi dari skala laboratorium atau skala pilot ke skala produksi penuh. Dalam banyak kasus, kegagalan tersebut disebabkan oleh kurang cermatnya tahap-tahap awal uji coba atau “riset” teknis, perancangan, dan perekayasaan. Masalah teknis lain adalah berasal dari minimnya pemahaman kebutuhan pengguna, misalnya berusaha

untuk mengembangkan produk yang terlalu sempurna, yang menyebabkan kegiatan perekayasaan berlebihan (*overengineered*) dan biaya tinggi—yang sesungguhnya tidak sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Faktor 3: upaya pemasaran yang kurang memadai. Kegagalan ini disebabkan oleh asumsi bahwa produk itu sendiri akan menjual sehingga, pada saat peluncuran produk, tidak dibekali dengan sumber daya pemasaran, penjualan, dan promosi yang memadai.

Faktor 4: waktu yang salah (bad timing). Isu waktu dapat menjadi isu kunci yang menyebabkan kegagalan, yang diakibatkan oleh pengembangan produk dilakukan terlalu lama ataupun terlalu cepat. Ketidakpasan waktu ini dapat disebabkan oleh perencanaan, pengorganisasian, dan kontrol yang kurang memadai sehingga dapat menutup peluang pasar dan tidak dapat memenuhi kebutuhan pengguna.

Perry dan Max (2009) menegaskan bahwa beberapa strategi yang harus ditempuh agar pengembangan produk baru dapat berjalan dengan baik terdiri atas tiga hal, yaitu melalui (1) mengurangi siklus produk, (2) meningkatkan inovasi produk, dan (3) menggunakan kembali aset pengetahuan milik perusahaan. Penentuan siklus waktu yang tepat bagi suatu produk sangat menentukan seberapa cepat perusahaan dapat mengembalikan biaya investasi dalam suatu produk baru. Selain itu, ketepatan waktu pengeluaran produk baru meningkatkan daya saing perusahaan dibandingkan pesaing, sekaligus melebarkan cakupan pasar. Bagi perusahaan yang bergerak cepat, produk baru dapat membuka kesempatan memperoleh keuntungan yang signifikan selama masa pakai produk. Untuk aspek inovasi, pengembangan produk baru menentukan sejauh mana suatu produk dapat berorientasi kepada kebutuhan konsumen, yang juga menggambarkan kemampuan perusahaan untuk mengembangkan inovasi produk (penyempurnaan dan perluasan lini produk) melalui waralaba. Aspek penggunaan kembali aset pengetahuan milik per-

usaha dalam pengembangan produk baru menjadi sangat strategis karena dapat menurunkan biaya pengembangan produk.

Berdasarkan pada data-data hasil survei terbatas pada 12 UMKM di sekitar Gunungkidul dan Yogyakarta pada 2013, secara umum kondisi pengembangan produk pangan basis mocaf dapat dilihat pada Tabel 4.2. dan Tabel 4.3.

Secara umum, industri mocaf di Indonesia belum berkembang karena sebagian besar masih diupayakan pada tingkat industri rumah tangga (IRT) serta industri mikro dan kecil. Kegiatan inovasi produk pada skala usaha kecil sesungguhnya sudah dilakukan secara terbatas, tetapi belum cukup meningkatkan nilai tambah dan menjamin kesinambungan kegiatan usaha karena keterbatasan-keterbatasan sebagaimana yang diungkapkan pada Tabel 4.3 tersebut.

Tabel 4.2 Kondisi Umum Kesiapan Aspek Pasar Produk Baru Olahan Pangan Berbasis Mocaf (12 UMKM di sekitar Gunungkidul dan Yogyakarta)

Aktivitas Proses Inovasi Produk Baru	Belum Dilakukan atau Minim	Sudah Dilakukan tapi Belum Memadai	Sudah Memadai	Keterangan
Aspek Pasar				
• <i>Preliminary assessment</i> dari target pasar.		X		• Aspek penilaian pendahuluan (<i>Preliminary assessment</i>) untuk pasar ini baru dilihat dari potensi substitusi tepung terigu pada produk pangan olahannya.
• Kajian pasar secara komprehensif	X			• Belum menonjolkan aspek manfaat kesehatan sebagai nilai tambah dalam produk, terkendala aspek klaim kesehatan dari produk.
• Pengujian prototipe dengan pengguna		X		• Beberapa produk sudah beredar di pasar dalam bentuk kue kering, keik, namun masih terbatas distribusinya.
• Uji pasar		X		• Uji pasar lebih kepada produk olahan pangan berbasis mocaf.

Sumber: Helmi dkk. (2013) diolah kembali

Tabel 4.3 Kondisi Umum Kesiapan Produk Baru Aspek Teknis Olahan Pangan Berbasis Mocaf di Indonesia.

Aktivitas Proses Inovasi Produk Baru	Belum Dilakukan atau Minim	Sudah Dilakukan tapi Belum Memadai	Sudah Memadai	Keterangan
Aspek Teknis				
• <i>Preliminary technical assessment</i> pembuatan produk olahan mocaf.		X		• Aspek teknis banyak terkendala pada kelayakan bahan baku (kualitas dan kuantitas).
• Penelitian dan Pengembangan produk		X		• Aspek produksi lebih banyak kepada produk pangan olahan dari mocaf, bukan pada mocaf.
• Produksi skala pilot		X		• Kualitas inokulum atau <i>starter</i> mocaf masih belum terstandar secara nasional.
• Produksi pemula (<i>start up</i>)	X			• Ketersediaan bahan baku mocaf kurang terjamin.
				• Produksi bahan baku mocaf belum sepenuhnya memenuhi SNI mocaf (SNI 7622-2011).
Aspek Evaluasi				
• <i>Initial screening</i>		X		• Aspek penilaian awal (<i>initial screening</i>) dan analisis bisnis lebih banyak kepada aspek teknis produksi dan spesifikasi bahan baku.
• Analisis bisnis secara mendalam	X			

Sumber: Data diolah dari Helmi dkk. (2013)

C. Persepsi Konsumen Memilih Makanan Sehat

Sebagai bahan pangan fungsional, mocaf memiliki potensi yang cukup menjanjikan sebagai komoditas usaha, baik dalam bentuk produk tepung maupun dalam bentuk berbagai macam olahan pangan sehat berbahan dasar mocaf. Untuk menggali lebih jauh potensi

Buku ini tidak diperjualbelikan.

pengembangan usaha berbasis mocaf ini perlu diantisipasi penerimaan konsumen terkait dengan produk makanan sehat.

Konsumsi bahan pangan fungsional dan makanan kesehatan sangat bergantung pada perilaku konsumen dalam memilih bahan makanan dan makanan. Menurut Shepherd dan Stockly (1985), preferensi konsumen untuk memilih makanan sehat sedikitnya dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu (1) kandungan nutrisi makanan; (2) pengalaman dan pembelajaran masa lalu yang berasosiasi dengan makanan, yang dapat berubah sesuai dengan keyakinan, nilai, dan kebiasaan yang berbeda, serta (3) lingkungan sosial ekonomi yang dipengaruhi oleh daya tarik sensorik (rasa, aroma, tampilan) dan kandungan nutrisi sehat dalam makanan.

Untuk mendukung pengembangan pangan fungsional, melalui kegiatan penelitian Insentif Sistem Nasional tahun 2013 yang dikelola Pusat Inovasi LIPI, telah dilakukan survei pendahuluan preferensi konsumen dalam memilih makanan sehat dengan data-data survei sebagai berikut (Tabel 4.4).

Tabel 4.4 Data Survei Preferensi Konsumen terhadap Makanan

Jenis data	Keterangan
Jenis kegiatan survei	uji preferensi konsumen dalam memilih makanan sehat (uji pendahuluan)
instrumen suvei (kuesioner)	diadaptasikan dari Ares dan Gambaro (2007)
Jumlah repsonden	111
Area survei	Yogyakarta (41%), Gunungkidul (22%), Jakarta (11%), Bogor (26%)
Pemilihan responden	<i>Random sampling</i>
Pelaksanaan survei	Mei-Agustus 2013

Sumber: Helmi dkk. (2013)

Kuesioner yang digunakan diadaptasikan dari Ares dan Gambaro (2007) terdiri atas 22 pertanyaan terkait dengan persepsi kesehatan dan mencoba makanan kesehatan. Kuesioner memuat 7 indikator,

yaitu nilai kesehatan dan nutrisi, daya tarik sensorik, kontrol berat badan (BB), kebiasaan, harga dan kemudahan, kenyamanan dan keamanan, serta kandungan alami. Data sosiodemografi responden dapat dilihat pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Data Sosiodemografi Responden

Karakter	%	Karakter	%
Jenis kelamin		Pendidikan	
Pria	62	SD/SMP	7
Wanita	38	SLA	34
		D3/S1	59
		S2/S3	10
Usia		Penghasilan rata-rata per bulan:	
<18 th.	0	<1 juta	32
18–29 th.	24	1–5 juta	45
30–44 th.	45	6–10 juta	21
>45 th.	31	>10 juta	2
Jenis pekerjaan			
Tidak bekerja/ibu rumah tangga	12		
Profesional/wiraswasta	23		
PNS	43		
Pelajar/mahasiswa	12		

Sumber: Helmi dkk. (2013)

Pengujian validitas *item* instrumen kuesioner dilakukan dalam rangka untuk mengetahui kecermatan suatu *item* dalam mengukur sesuai dengan indikator pengukuran (Priyatno, 2010). Pengujian validitas semua *item* menggunakan teknik perhitungan korelasi Bivariate Pearson (korelasi Pearson Product Moment) menghasilkan *r* hitung semua *item* > dari *r* tabel (uji dua sisi dengan tingkat signifikansi 0,05) sehingga semua *item* pertanyaan melalui uji ini dinyatakan valid. Namun, berdasarkan pada uji total korelasi (*corrected item-total corellation*) terdapat dua *item* yang tidak valid,

yaitu *item* nomor 20 dan 22. Kedua *item* ini berada pada dimensi yang sama, yaitu untuk dimensi kandungan alami. Pada indikator tersebut, hanya terdapat tiga *item*, dan dua *item* di antaranya tidak valid, yaitu *item* nomor 20, “Saya lebih menyukai makanan yang tidak mengandung bahan buatan”, dan *item* nomor 22, “Saya lebih menyukai makanan yang mengandung bahan alami”.

Pengujian instrumen kuesioner selanjutnya adalah dari aspek reliabilitas. Priyatno (2010) menyatakan bahwa uji reliabilitas digunakan untuk mengetahui konsistensi alat ukur, untuk menilai keandalan dan konsistensi jika pengukurannya diulang. Salah satu metode pengujian reliabilitas adalah dengan mencari nilai *Cronbach's alpha*. Berdasarkan pada hasil pengujian reliabilitas menggunakan aplikasi statistik SPSS 24, nilai *Cronbach's alpha* untuk 20 *item* tervalidasi adalah 0,75 atau masuk kategori “dapat diterima”.

Rekapitulasi data statistik deskriptif hasil uji terbatas mengenai preferensi pemilihan makanan sehat tersaji pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Data Statistik Deskriptif Kuesioner Survei Pendahuluan Terkait Persepsi Konsumen dalam Pemilihan Makanan Sehat

Dimensi	Item	Rerata	Min.	Maks.	SD
Nilai Kesehatan dan Nutrisi	1. Saya menyukai makanan yang mengandung banyak vitamin dan mineral.	4,45	0	5	0,84
	2. Saya menyukai makanan yang mengandung nilai nutrisi yang tinggi.	4,47	3	5	0,71
	3. Saya menyukai makanan yang menjaga saya tetap sehat.	4,50	2	5	0,72
	4. Saya menyukai makanan tinggi protein.	3,96	1	5	0,92

Dimensi	Item	Rerata	Min.	Maks.	SD
Daya Tarik sensorik	1. Saya menyukai makanan yang rasanya enak.	4,36	0	5	0,86
	2. Saya menyukai makanan yang memiliki tekstur yang menyenangkan.	4,30	2	5	0,91
	3. Saya menyukai makanan yang terlihat menarik.	3,35	1	5	1,14
Kontrol Berat Badan	1. Saya menyukai makanan yang membantu mengontrol berat badan.	4,17	0	5	1,08
	2. Saya menyukai makanan yang rendah kalori.	3,78	2	5	0,87
	3. Saya menyukai makanan yang rendah lemak.	4,03	2	5	0,69
Kebiasaan	1. Saya menyukai makanan yang telah dikenal dengan baik.	3,71	2	5	0,99
	2. Saya menyukai makanan yang berasal dari merek terkenal.	2,79	1	5	1,02
	3. Saya menyukai makanan yang diproduksi dalam negeri.	3,87	1	5	0,75
Harga dan kenyamanan	1. Saya menyukai makanan yang tidak mahal.	3,86	1	5	0,70
	2. Saya menyukai makanan yang mudah dibuat.	3,62	1	5	1,05
	3. Saya menyukai makanan yang tidak mudah rusak.	3,93	1	5	1,11
	4. Saya menyukai makanan yang mudah ditemukan di pasar dan supermarket.	3,59	1	5	0,87

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Dimensi	Item	Rerata	Min.	Maks.	SD
Perasaan Nyaman dan Aman	1. Saya menyukai makanan yang membuat saya merasa nyaman.	4.29	2	5	0,64
	2. Saya menyukai makanan yang tepercaya dan membuat saya merasa aman.	4.48	3	5	0,76
Kandungan alami	1. Saya menyukai makanan yang tidak mengandung aditif.	3.66	2	5	0,80

Keterangan:

- Menggunakan nilai skala likert 1–5 : 1=sangat tidak setuju; 2=tidak setuju; 3=cukup setuju; 4=setuju; 5=sangat setuju,
- SD=standar deviasi, Min.=skala minimal, Maks.=skala maksimal
- N=111, total *item* awal sebanyak 22, berdasarkan pada uji reliabilitas terdapat dua *item* untuk indikator “kandungan alami” yang tidak memenuhi syarat, sehingga tersisa total sebanyak 20 *item*
- Nilai *Crombach alpha's* 0,75

Sumber: Helmi dkk. (2013), data diolah

Dari Tabel 4.6 tersebut, dapat diketahui bahwa responden selalu menginginkan ekspektasi yang tinggi terhadap makanan yang akan dikonsumsi, baik dari sudut pandang kesehatan, penampilan makanan, maupun harga. Hal ini ditunjukkan pada hampir keseluruhan nilai pada *item* kuesioner tersebut memiliki nilai rata-rata yang cukup baik. Satu hal yang menarik, menurut hasil survei pendahuluan soal persepsi terkait dengan makanan sehat ini, indikator kebiasaan responden paling tidak memengaruhi keputusan pemilihan makanan sehat, yang dilihat dari rendahnya nilai rerata untuk indikator ini. Aspek kebiasaan yang diukur dalam survei ini adalah kebiasaan mengonsumsi makanan sehat dari merek terkenal atau jenis makanan yang sudah dikenal dengan baik sebelumnya. Dengan kata lain, responden tidak terlalu mengharapkan produk makanan (sehat)

yang akan dikonsumsi berasal dari salah satu *brand* yang sudah terkenal. Kebiasaan responden untuk mengonsumsi makanan sehat juga dapat berbeda dari kebiasaan makanan sepanjang konsumen merasa aman dan dapat diyakinkan kandungan nutrisi dan manfaat kesehatan yang ditimbulkan.

Faktor harga dan kemudahan untuk mengakses makanan sehat juga merupakan faktor yang paling penting untuk mendapatkan makanan sehat. Hal ini menandakan bahwa keputusan memilih makanan sehat dilakukan secara sadar, dan perlu upaya, bahkan keluar dari pola makan sehari-hari sebagai bagian dari kebiasaan makan responden. Berdasarkan pada hasil survei ini juga ditemukan bahwa rasa nyaman dan aman mengonsumsi jenis-jenis makanan sehat merupakan hal yang paling penting dalam pengambilan keputusan menentukan pilihan makanan. Selain aspek keamanan pangan, aspek nilai kesehatan dan nutrisi menjadi salah satu pertimbangan utama dalam memilih makanan sehat.

Berdasarkan pada hasil survei terbatas tersebut, dapat diketahui bahwa informasi tentang produk dan bahan makanan sehat yang baru perlu dilakukan secara masif agar memenuhi kebutuhan wawasan dan pengetahuan masyarakat atau calon konsumen dalam memilih produk pangan/bahan pangan sehat. Perlunya latar belakang pengetahuan yang memadai dalam memilih makanan sehat telah dibuktikan dalam beberapa hasil studi dengan populasi responden yang beragam. Hasil survei perilaku makan sehat oleh Moorman dan Matulich (1993) ini menunjukkan bahwa seseorang dengan pengetahuan yang lebih tinggi terkait dengan nutrisi cenderung akan mengonsumsi makanan sehat sesuai dengan rekomendasi dengan tingkat 25 kali lebih tinggi daripada yang memiliki pengetahuan nutrisi yang lebih rendah. Namun, pengetahuan yang tinggi terkait dengan nutrisi pada orang-orang dengan perilaku makan yang berbeda tidak serta-merta mengubah perilaku makan sehat jika seseorang tidak termotivasi untuk berubah (Moorman &

Matulich, 1993). Penelitian lain oleh Steptoe dan Wardle (1992) mengemukakan bahwa kesadaran akan rendahnya status kesehatan seseorang akan memotivasi seseorang untuk mencoba makan sehat. Selain itu, Wardle, Parmenter, dan Waller (2000) mengemukakan bahwa praktik-praktik makanan sehat, seperti tidak mengonsumsi lemak hewani, mengonsumsi pangan berserat tinggi, banyak makan buah-buahan, tidak banyak mengonsumsi garam-garaman, tidak melewatkan sarapan, serta tidak terlalu banyak mengonsumsi gula, sangat berasosiasi dengan pentingnya makanan untuk kesehatan. Perubahan perilaku makan sehat juga sangat terkait dengan faktor ideologi, seperti aspek keseimbangan ekologi, nilai-nilai politis dan agama.

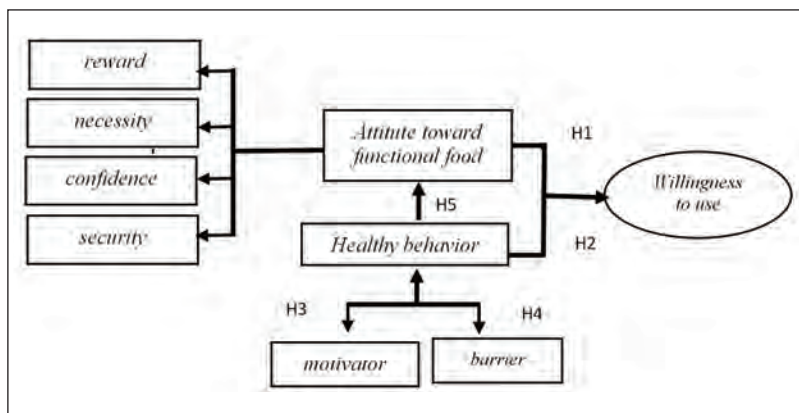
Mencermati hasil penelitian dan survei penerimaan konsumen secara terbatas tersebut di atas, kata kunci yang penting adalah menumbuhkan kesadaran serta meningkatkan pengetahuan tentang nutrisi dan relevansi manfaatnya bagi kesehatan seseorang. Relevansi terkait dengan status kesehatan sangat memengaruhi motivasi seseorang untuk mengubah perilaku makan yang sehat. Dalam konteks bahan pangan sehat, merupakan hal yang penting untuk memberikan informasi dan pengetahuan yang cukup memadai dan dapat dipertanggungjawabkan kepada masyarakat terkait manfaat dan keunggulan nutrisi mocaf sebagai bahan fungsional. Sebagai contoh, informasi terkait manfaat kandungan nutrisi dalam mocaf harus difokuskan agar mendapatkan manfaat kesehatan lebih dari sekadar pemenuhan nilai gizi, termasuk untuk menurunkan risiko penyakit tertentu. Namun, mengingat mocaf adalah produk antara yang tidak dapat dikonsumsi langsung, permasalahan berikutnya adalah “bagaimana mengolah mocaf agar manfaat kesehatannya dapat dirasakan oleh konsumen sekaligus tetap mempertimbangkan aspek sensori dari produk pangan yang dihasilkan?”. Pertanyaan penting ini perlu dijawab karena dua hal utama berikut. *Pertama*, manfaat nutrisi mocaf selayaknya tidak bias dengan nutrisi bahan-bahan tambahan

pada produk olahan tepung mocaf. Penambahan bahan pendukung, seperti telur; gula; tepung-tepungan lainnya, seperti tepung terigu, tepung tapioka, dan tepung maizena; mentega; keju; serta cokelat, dalam olahan pangan mocaf akan memberikan nilai nutrisi yang sangat berbeda, sehingga manfaat langsung untuk fungsi kesehatan mocaf menjadi tidak dominan. *Kedua*, aspek sensori untuk produk olahan mocaf perlu dipertimbangkan agar produk olahan mocaf dapat diterima oleh masyarakat, sekaligus dipersepsikan sebagai makanan sehat.

Keputusan memilih dan membeli produk pangan fungsional juga dapat dipengaruhi oleh faktor latar belakang budaya yang berbeda. Beberapa penelitian di beberapa negara berbeda memberikan hasil yang relatif bervariasi terkait keputusan memilih pangan fungsional. Penelitian pada konsumen di Hungaria menunjukkan hubungan yang paling kuat antara sikap (*attitude*) dan keyakinan (*belief*) dengan sifat pangan fungsional. Sebagai contoh, makin tinggi kepercayaan/keyakinan konsumen akan manfaat kesehatan pangan fungsional, makin positif sikap konsumen terhadap pangan fungsional tersebut, dan makin meningkat keinginan konsumen tersebut untuk membayar dengan harga mahal. Prediktor paling kuat yang memengaruhi keinginan untuk memilih pangan fungsional adalah sikap terhadap pangan fungsional, diikuti, berturut turut oleh sifat dari pangan fungsional dan demografi konsumen (Szakaly, Kovacs, Peto, Huszka, & Kis, 2019).

Penelitian tentang perilaku pemilihan pangan fungsional menggunakan model eskplanatori terhadap responden di Spanyol telah dilakukan oleh Boluda dan Capilla (2017). Model penelitian yang terkait keinginan untuk menggunakan pangan fungsional tersebut dapat dilihat pada skema berikut ini (Gambar 4.3)

Konfirmasi hipotesis dari hasil permodelan tersebut adalah sebagai berikut (Tabel 4.7)



Sumber: Urala (2008) dan Downes (2008) dalam Boluda dan Capilla (2017)

Gambar 4.3 Contoh Model Sikap Konsumen terhadap Pangan Fungsional

Tabel 4.7 Model Persamaan Struktur untuk Pemilihan Pangan Fungsional (hipotesis kontras)

H	Hipotesis	Standardized load	<i>t-value</i>	Konfirmasi hipotesis
H1	Sikap terhadap PF → keinginan untuk mengonsumsi PF	0,66**	8,499	H1 diterima
H2	Gaya hidup sehat → sikap terhadap PF	0,73 (n.s.)	1,000	H2 ditolak
H3	Motivator → gaya hidup sehat	0,356**	3,277	H3 diterima
H4	Barrier → gaya hidup sehat	-0,174*	-2,129	H4 diterima
H5	Gaya hidup sehat → keinginan untuk mengonsumsi	-0,144*	-2,15	H5 ditolak

Keterangan:

** $p < 0,05$. * $p < 0,05$

PF= Pangan Fungsional,

Sumber: Boluda dan Capilla (2017)

Dari Gambar 4.3 dan Tabel 4.7 diketahui bahwa hipotesis yang terkait dengan sikap terhadap pangan fungsional memiliki pengaruh positif terhadap keinginan untuk mengonsumsi pangan fungsional (H_1 diterima). Korelasi positif ditemukan pada adanya faktor motivator terhadap gaya hidup sehat (H_3 diterima) serta korelasi negatif adanya *barrier* atau penghambat terhadap gaya hidup sehat (H_4 diterima). Faktor yang menjadi motivator dalam menentukan gaya hidup sehat adalah berupa (1) kemungkinan hidup lebih lama, (2) komitmen ingin tetap sehat, (3) adanya keyakinan bahwa Tuhan akan menjaga tubuh umat-Nya, (4) merasakan lebih energik, (5) mengelola berat badan, (6) adanya orang dekat yang menyemangati atau membantu hidup sehat, serta (7) menyaksikan orang sakit di sekitarnya karena gaya hidup yang tidak sehat. Sementara faktor-faktor penghambat gaya hidup sehat adalah (1) tidak termotivasi, (2) tidak punya seseorang yang menyemangati dan membantu hidup sehat, (3) tinggal di lingkungan yang tidak aman, (4) terlalu sibuk, (5) memiliki problem kesehatan, (6) tidak tahu apa yang harus dilakukan, serta (7) tidak mampu membeli makanan sehat. Temuan yang mirip juga menggunakan model sejenis yang dikembangkan oleh Downes (2010). Sebaliknya, belum dapat disimpulkan bahwa gaya hidup sehat serta-merta berkorelasi dengan sikap terhadap pangan fungsional (H_2 ditolak), demikian pula gaya hidup sehat belum dapat disimpulkan berkorelasi positif terhadap keinginan untuk mengonsumsi pangan fungsional (H_5 ditolak).

Penemuan ini menarik karena responden di Spanyol tidak sepenuhnya menganggap pangan fungsional memenuhi kriteria sebagai makanan sehat. Dengan kata lain, responden yang menjalani gaya hidup sehat ini tidak selalu tertarik untuk mengonsumsi jenis-jenis pangan fungsional. Alasan utamanya adalah persepsi bahwa makanan sehat adalah bahan pangan yang bersifat natural atau bahan segar/sedikit proses olahan. Selain itu, persepsi sehat menurut responden ini lebih mempertimbangkan pola konsumsi makanan yang seimbang.

Penelitian terbaru oleh Plasek dan Temesi (2019) menyebutkan bahwa keinginan untuk membeli produk pangan fungsional dipengaruhi oleh aspek sensori dan non-sensori, sedangkan keinginan untuk membayar produk pangan fungsional dipengaruhi oleh kepercayaan konsumen atas produk pangan fungsional. Lebih jauh, salah satu faktor yang memengaruhi penerimaan pangan fungsional adalah kredibilitas informasi produk walaupun beberapa hasil penelitian lainnya menemukan hasil yang berbeda.

Survei terhadap konsumen terkait dengan faktor-faktor yang paling menentukan bagi konsumen untuk memutuskan membeli pangan fungsional menemukan bahwa responden biasanya membandingkan harga-harga di antara berbagai macam *item* yang dibeli. Harga yang kompetitif merupakan faktor yang paling utama, diikuti oleh rasa dari produk pangan dimaksud. Kemudian, merek yang terpercaya/terkenal adalah faktor utama lainnya yang mendorong konsumen untuk membeli. Hal yang menarik dari penelitian ini adalah responden menyinggung merek tertentu yang sudah mereka kenal sejak masa kanak-kanak. Salah satu yang menarik, pada responden yang memiliki anak, preferensi anak-anak menjadi pendorong utama dalam pengambilan keputusan membeli oleh sehingga preferensi anak tercatat sebagai faktor pendorong yang kuat dalam penentuan keputusan untuk membeli makanan sehat. Lebih jauh, orang tua yang memiliki anak dengan riwayat alergi atau sensitif akan memiliki permintaan khusus pangan fungsional. Responden wanita umumnya mengakui bahwa dampak kesehatan dari produk pangan fungsional merupakan pertimbangan utama dalam membeli dan membayar produk pangan fungsional.

D. Uji Pendahuluan Penerimaan Pasar Produk Olahan Mocaf

Merujuk pada pentingnya pengembangan produk (baru), uji pendahuluan untuk penerimaan pasar di awal pengembangan produk menjadi salah satu tahapan kritis. Uji ini sangat diperlukan untuk

memastikan produk siap di lansir ke konsumen. Pada prinsipnya, uji pendahuluan pada produk (baru) berbasis mocaf dimaksudkan agar manfaat kesehatan mocaf dapat diterima oleh konsumen. Uji ini juga untuk menjawab pertanyaan “bagaimana mengolah mocaf agar manfaat kesehatannya dapat dirasakan oleh konsumen, sekaligus tetap mempertimbangkan aspek sensori dari produk pangan yang dihasilkan sehingga produk olahan pangan mocaf dapat diterima target pasar”. Data berikut ini salah satu bentuk uji terbatas penerimaan pasar yang dilaksanakan oleh Helmi dkk., (2013) melalui riset Sistem Inovasi Nasional Kemenristek pada 2013.

Uji penerimaan konsumen untuk produk pangan fungsional merupakan salah satu aspek teknis agar diperoleh data-data perilaku konsumen, khususnya dalam mengambil keputusan untuk membeli dan mengonsumsi pangan fungsional. Uji penerimaan ini juga bermanfaat untuk membentuk kepercayaan konsumen terhadap produk olahan pangan secara umum (O’Sullivan, 2016).

Untuk mendorong pengembangan produk pangan (baru) berbasis mocaf harus memerhatikan beberapa hal teknis. Dari contoh hasil survei olahan kue kering menggunakan mocaf perlu melakukan (1) penyesuaian komposisi dan bahan tambahan kue, tidak sekedar menyubstitusi jumlah tepung terigu dalam resep agar tekstur, aroma, dan rasa tidak banyak berkurang; (2) untuk olahan kue kering perbaikan atau penyesuaian proses olahan, termasuk proses pemanggangan kue, untuk menghindari tekstur kue terlalu keras; serta (3) pemilihan jenis olahan dan jumlah substitusi yang tepat. Selain itu, keamanan produk pangan fungsional sangat penting agar penerimaan konsumen dapat lebih luas dan dapat membangun kepercayaan masyarakat akan produk pangan berbasis mocaf. Hal yang paling penting juga, klaim pangan fungsional (sesuai dengan ketentuan peraturan yang berlaku) harus jelas untuk mencegah konflik dengan pengetahuan dan kepercayaan masyarakat.

Pemilihan produk kue kering sebagai uji coba produk baru mocaf berdasarkan pada pertimbangan adanya penambahan bahan-

bahan pendukung makanan serta aspek sensorik dari produk pangan olahan mocaf yang dipersepsikan oleh konsumen. Kuesioner disusun berdasarkan pada empat indikator, yaitu rasa, tekstur, aroma, dan penampilan (presentasi) produk yang dibentuk dalam bentuk kue nastar. Variabel lainnya yang dikembangkan dalam kuesioner ini adalah rasio bahan dasar olahan pangan, yaitu 100% tepung terigu (K1); 50% tepung terigu; 50% mocaf (K2); dan 100% mocaf (K3). Uji penerimaan konsumen untuk olahan pangan berbasis mocaf dilakukan tanpa memberi informasi kepada calon responden mengenai komposisi kue yang diujicobakan.

Data uji pendahuluan penerimaan konsumen olahan mocaf secara terbatas dilaksanakan dapat dilihat pada Tabel 4.4 di wilayah Yogyakarta (63%) dan Bogor (37%).

Hasil survei uji penerimaan konsumen pada responden dapat dilihat pada Tabel 4.8 berikut ini.

Tabel 4.8 Skor Rerata Uji Organoleptik Olahan Pangan dengan Substitusi Mocaf

Komposisi (formula)	Rerata dan SD skala (n=32)							
	Tekstur		Rasa		Aroma		Penampilan	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
100% terigu (Formula K1)	3,91	0,16	4,06	0,88	4,16	0,156	3,67	0,96
50% terigu, 50% mocaf (Formula K2)	3,84	0,17	3,81	0,82	3,74	0,114	4,23	0,72
100% mocaf (Formula K3)	3,78	0,19	3,71	0,92	3,16	0,215	3,93	0,98

Keterangan: K1, K2 dan K3 dalam bentuk kue nastar. Skor penilaian menggunakan 5 skala (1=sangat tidak suka; 2=tidak suka; 3=cukup suka; 4=suka; 5=sangat suka). Responden dari Bogor, Jakarta, Yogyakarta, dan Gunungkidul. Tidak ada perbedaan yang signifikan antara ke-4 indikator (tekstur, rasa, aroma, dan penampilan) pada tingkat 95% ($\alpha=5\%$)

Sumber: Helmi dkk. (2013), data diolah

Dari hasil uji beda *Annova*, diperoleh hasil bahwa tidak ada perbedaan signifikan rasa, tekstur, aroma, dan penampilan untuk tiga formula kue menggunakan campuran bahan tepung terigu 100% (Formula K1), 50% tepung mocaf (Formula K2), dan kue kering dengan 100% mocaf (Formula K2) sebagaimana hasil pengujian statistik sebagai berikut (Tabel 4.9 sampai 4.12):

Tabel 4.9 Pengujian Annova untuk Tekstur Ketiga Formula Kue Kering dengan atau Tanpa Mocaf.

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0,438	2	0,219	0,226	0,798
Within Groups	90,063	93	0,968	-	-
Total	90,500	95	-	-	-

Keterangan: Berdasarkan pada *test of homogeneity of variances*, nilai signifikansi hitung 0,315 > 0,05. Nilai F (2,93) tabel sebesar 3,09 > F hitung pada probabilitas 0,05.

Sumber: Helmi dkk. (2013), data diolah

Tabel 4.10 Pengujian Annova untuk Rasa Ketiga Formula Kue Kering dengan atau Tanpa Mocaf

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2,021	2	1,010	1,319	0,272
Within Groups	71,219	93	0,766	-	-
Total	73,240	95	-	-	-

Keterangan: Berdasarkan pada *test of homogeneity of variances* nilai signifikansi hitung 0,272 > 0,05.

Nilai F (2,93) tabel sebesar 3,09 > F hitung pada probabilitas 0,05.

Sumber: Helmi dkk. (2013), data diolah

Tabel 4.11 Pengujian Annova untuk Aroma Ketiga Formula Kue Kering dengan atau Tanpa Mocaf

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5,250	2	2,625	2,945	0,058
Within Groups	82,906	93	0,891	-	-
Total	88,156	95	-	-	-

Keterangan: Berdasarkan pada *test of homogeneity of variances* nilai signifikansi hitung $0,001 < 0,05$. Nilai F (2,93) tabel sebesar 3,09 > F hitung pada probabilitas 0,05.

Sumber: Helmi dkk. (2013), data diolah

Tabel 4.12 Pengujian Annova untuk Penampilan Ketiga Formula Kue Kering dengan atau Tanpa Mocaf

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2,156	2	1,078	1,349	0,265
Within Groups	69,500	87	0,799	-	-
Total	71,656	89	-	-	-

Berdasarkan pada *test of homogeneity of variances* nilai signifikansi hitung $0,625 > 0,05$. Nilai F (2,87) tabel sebesar 3,10 > F hitung pada probabilitas 0,05.

Sumber: Helmi dkk. (2013), data diolah

Hasil pengujian penerimaan konsumen secara terbatas ini juga menandakan bahwa pada prinsipnya responden tidak merasakan perbedaan dari tekstur, rasa, aroma, dan tampilan kue-kue yang dibuat dengan campuran tepung terigu atau substitusi tepung terigu menggunakan mocaf 50% dan 100%. Lebih lanjut, salah satu aspek penting dalam membuat olahan pangan berbasis mocaf ini adalah memastikan bahan mocaf yang digunakan sebagai campuran benar-benar mocaf yang berkualitas baik sesuai dengan SNI yang dipersyaratkan. Kadar HCN yang belum tereduksi—sesuai dengan standar SNI mocaf saat proses pembuatan mocaf—menyebabkan aroma dan rasa “ubi kayu” yang terlalu kuat sehingga rasa kue kering kurang optimal. Penurunan kadar HCN seminimal mungkin

Buku ini tidak diperjualbelikan.

merupakan salah satu tantangan teknologi proses yang perlu terus diupayakan. Penurunan HCN tersebut disebabkan oleh proses perendaman/fermentasi mikroorganisme yang mampu memecah sianogenik glikosida dan produk turunannya sekaligus melarutkan senyawa senyawa linamarin dan lotaustralin. Proses fermentasi juga meningkatkan aktivitas mikrob yang sekaligus inaktivasi enzim linamarase sehingga mencegah pembentukan HCN.

Penurunan kadar HCN ubi kayu yang bersifat mudah larut dalam air dapat disebabkan oleh adanya proses pencucian dan pemanasan, karena HCN memiliki titik didih 29°C (Nugraheni, Handayani, & Utama, 2015). Di sinilah peran perbaikan proses dan pentingnya bakteri fermentasi *Lactobacillus plantarum* untuk proses pembuatan mocaf yang berkualitas. Dalam percobaan ini, kualitas mocaf yang digunakan sudah relatif baik sehingga responden hampir tidak dapat membedakan kue kering dengan substitusi mocaf dalam resep kue 50% dan tepung terigu 100%. Namun, dalam survei ini, penggunaan mocaf 100% dalam resep makanan kering relatif cukup disukai untuk aspek tekstur, rasa, aroma, dan penampilan. Jika dibanding dengan produk yang menggunakan 50% mocaf dan 100% terigu, produk olahan dengan 100% mocaf ini memberikan tekstur yang lebih kering dan tidak beraroma (*flavorless*) sehingga responden memberi catatan komposisi kue menggunakan 100% mocaf cenderung kurang lembut atau keras.

Pentingnya uji penerimaan konsumen atas produk olahan-olahan pangan fungsional dapat memengaruhi sikap konsumen terhadap produk pangan fungsional. Dalam proses pengujian juga sekaligus dapat diketahui bentuk olahan dari bahan pangan fungsional yang dapat diterima oleh konsumen. Bahan pembawa (*carrier*) yang tepat untuk produk pangan dapat memengaruhi konsumen dalam memilih produk pangan fungsional. Penelitian oleh van Kleef dkk. (2005, dalam Ares & Gambaro, 2007) menunjukkan bahwa bahan pembawa (*carrier*) dan proses pengayaan dari bahan pembawa (*enrichment*)

produk pangan fungsional secara signifikan berperan penting dalam menentukan keinginan konsumen dalam membeli produk pangan fungsional. Sebagai contoh, beberapa bahan pembawa tertentu dapat dipercaya sebagai produk kesehatan yang diperkaya, sementara jenis bahan pembawa lainnya tidak dianggap sebagai bahan pembawa dalam produk makanan kesehatan yang tepat. Dengan kata lain, bahan pembawa atau olahan yang dianggap “menyehatkan” sangat mudah diterima oleh konsumen dibandingkan bahan pembawa yang “tidak sehat”. Sebagai contoh, bahan pembawa yang dianggap sehat oleh konsumen adalah dalam bentuk yoghurt, sereal, roti, jus, merupakan bahan pembawa yang penting bagi produk pangan fungsional, dibandingkan komponen bahan pangan sejenis, seperti permen, biskuit sereal (*cereal bar*), atau makanan ringan lainnya.

Penelitian Urala dan Lahteenmaki (2007) menemukan bahwa dimensi yang paling kuat dalam menentukan keinginan konsumen terhadap pangan fungsional adalah fungsi manfaat pangan fungsional yang dapat dirasakan oleh konsumen, baik dalam perbaikan penampilan, mendorong gaya hidup sehat, memperbaiki “*mood*”, mencegah penyakit, maupun perbaikan sel tubuh akibat makanan yang tidak sehat. Konsumen juga bersedia berkompromi terhadap rasa makanan demi mendapatkan makanan sehat serta bersedia terus menggali informasi tentang pangan fungsional. Kaitannya dengan bahan pembawa atau produk olahan pangan fungsional, Urala dan Lahteenmaki juga menemukan bahwa persepsi untuk mendapatkan manfaat pangan fungsional makin meningkat dalam dua tahun terakhir pada produk olahan atau bahan pembawa menyehatkan dalam bentuk bahan olesan roti rendah kolesterol, minuman susu rendah tekanan darah, probiotik/yoghurt yang aman untuk perut, jus dengan tambahan kalsium, sereal dengan tambahan beta glukon, biskuit dengan tambahan, serta minuman berenergi, keju rendah lemak, dan roti organik. Di lain pihak, bahan pembawa atau olahan

dalam bentuk permen dengan xilitol kurang dapat diterima oleh konsumen.

Secara keseluruhan, pengembangan produk dan studi penerimaan mocaf sebagai produk pangan fungsional masih perlu menyelesaikan tahapan yang lebih kompleks dan berisiko. Promosi produk mocaf sebagai pangan fungsional belum dapat dipromosikan secara masif karena faktor-faktor terkait dengan ketentuan untuk suatu produk pangan fungsional ataupun sudah dilaksanakan uji penerimaan konsumen bagi produk olahan mocaf, misalnya dalam bentuk kue kering, tidak serta-merta produk sejenis yang tersedia di pasar tertarik untuk dibeli oleh konsumen. Proses penting yang perlu dilakukan selanjutnya adalah bagaimana membuat produk pangan fungsional berbasis mocaf ini, tidak sekadar mudah diakses oleh calon pembeli, tetapi juga memberikan nilai lebih bagi konsumen/pengguna produk.

E. Perkembangan Regulasi Pangan Fungsional di Indonesia

Tren kesehatan dan gaya hidup terus mendorong masyarakat mengonsumsi makanan sehat atau makanan fungsional. Di sisi lain, salah satu tantangan pengembangan produk kesehatan berbasis mocaf bagi UMKM adalah dari aspek pemenuhan regulasi pangan dan kesehatan. Dalam perkembangannya, regulasi pangan fungsional mengalami dinamika dari waktu ke waktu dan dirangkum dalam beberapa catatan berikut ini.

Pada 2005, regulasi khusus pangan fungsional di Indonesia telah diterbitkan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) melalui Peraturan Kepala BPOM Nomor 00.05.52.0685 tentang Ketentuan Pokok Pengawasan Pangan Fungsional pada 27 Januari 2005 (BPOM, 2005). Dalam aturan ini, ditetapkan (1) standar dan persyaratan keamanan, mutu, dan gizi; (2) standar dan persyaratan produksi dan distribusi; (3) penilaian keamanan, mutu, dan gizi

produk serta label dalam rangka pemberian surat persetujuan pendaftaran; (4) pelaksanaan inspeksi dan sertifikasi produksi; (5) pemeriksaan sarana dan produksi dan distribusi; (6) pengambilan contoh dan pengujian laboratorium serta pemantauan label produk; (7) penilaian materi promosi, termasuk iklan sebelum beredar dan pemantauan peredarannya; (8) pemberian bimbingan di bidang produksi dan distribusi; (9) penarikan dari peredaran dan pemusnahan; (10) pemberian sanksi administratif; serta (11) pemberian informasi. Menurut ketentuan BPOM tersebut, pangan fungsional sedikitnya harus memenuhi kriteria sebagai berikut: (1) menggunakan bahan yang memenuhi standar mutu dan persyaratan keamanan serta standar dan persyaratan lain yang ditetapkan; (2) mempunyai manfaat kesehatan yang dinilai dari komponen pangan fungsional berdasarkan kajian ilmiah tim mitra bestari; (3) disajikan dan dikonsumsi sebagaimana layaknya makanan atau minuman; serta (4) memiliki karakteristik sensori seperti penampakan, warna, tekstur, atau konsistensi dan cita rasa yang dapat diterima oleh konsumen. Mengacu pada ruang lingkup tugas dan kriteria kelembagaan terkait dengan pangan fungsional ini, pemerintah (melalui BPOM) bertanggung jawab dalam fungsi pengawasan, dari proses kategorisasi pangan fungsional (berdasarkan pada definisi dan kriteria pangan fungsional), produksi, pelabelan, distribusi, promosi, hingga penyampaian informasi kepada masyarakat luas.

Sebagaimana produk pangan yang dikonsumsi luas oleh masyarakat, Badan POM juga mewajibkan produsen untuk memenuhi ketentuan Cara Produksi Pangan yang Baik (CPPB) dan memenuhi persyaratan Hazard Analysis and Control Points (HACCP). Seperti halnya regulasi yang berlaku global, penentuan klaim nutrisi oleh pemberi izin dan persetujuan klaim yang sesuai komponen pangan di Indonesia juga harus didukung oleh data-data dan bukti ilmiah yang dapat dipertanggungjawabkan. Oleh karena itu, penilaian klaim dan penentuan komponen pangan fungsional yang diizinkan

harus melalui persetujuan tim pakar (mitra bestari) yang ditentukan oleh Kepala BPOM. Selain peraturan tentang pangan fungsional, pemerintah merujuk pada *Codex Alimentarius* tahun 1997 untuk pencantuman klaim dalam pelabelan pangan fungsional (Helmi, 2015).

Mengingat karakteristik pangan fungsional tidak sama dengan pangan umumnya, terdapat ketimpangan implementasi regulasi di industri pangan ini. Ketimpangan implementasi ini disebabkan karena pada kenyataannya terdapat tumpang-tindih rujukan keamanan untuk produk pangan (umumnya), produk pangan kesehatan, pangan fungsional, dan obat-obatan. Implementasi regulasi ini pada prinsipnya untuk melindungi konsumen/masyarakat terhadap klaim berlebihan (*overclaims*) dari produk pangan fungsional yang beredar di masyarakat sehingga regulasi yang harus dirujuk oleh produsen pangan fungsional harus memperhatikan aspek yang cukup luas, tidak hanya aspek produksi, tetapi juga aspek pencantuman klaim, pelabelan produk, bukti empiris kandungan fungsional pangan, pengakuan (hasil reviu pakar), serta pengujian yang meyakinkan keamanan pangan fungsional.

Dalam perkembangannya, dilakukan penyempurnaan regulasi pangan fungsional melalui penerbitan Peraturan Kepala BPOM RI Nomor Hk.03.1.23.11.11.09909 Tahun 2011 tentang Pengawasan klaim dalam Label dan Iklan Pangan Olahan (BPOM, 2011). Pada Pasal 1 ketentuan ini definisi /ruang lingkup pangan fungsional dipertegas sebagai berikut:

Pangan olahan yang mengandung satu atau lebih komponen pangan yang berdasarkan kajian ilmiah mempunyai fungsi fisiologis tertentu di luar fungsi dasarnya, terbukti tidak membahayakan dan bermanfaat bagi kesehatan.

Jika merujuk pada Peraturan Kepala BPOM Tahun 2011 tersebut, pangan fungsional harus memenuhi ketentuan persyaratan berikut ini:

- a) Mengandung jenis komponen pangan dalam jumlah yang sesuai dengan batasan yang ditetapkan dalam ketentuan BPOM;
- b) Memiliki karakteristik sensori seperti penampakan, warna, tekstur, atau konsistensi dan cita rasa yang dapat diterima konsumen;
- c) Disajikan dan dikonsumsi sebagaimana layaknya makanan atau minuman.

Namun, dalam regulasi terbaru Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2016 tanggal 20 Mei 2016 tentang Pengawasan Klaim Pada Label dan Iklan Pangan Olahan, lingkup definisi “pangan fungsional” sudah tidak ditemukan secara khusus sehingga pangan fungsional dapat dianggap dalam satu kategori “pangan olahan” sebagaimana tertera dalam Bab I Pasal 1 butir 2. Menurut peraturan tersebut, pangan olahan didefinisikan sebagai “makanan atau minuman hasil proses dengan cara atau metode tertentu, dengan atau tanpa bahan tambahan”. Dalam peraturan tersebut juga ditetapkan bahwa aturan sebelumnya yang mendefinisikan “pangan fungsional” secara khusus pada Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor Hk.03.1.23.11.11.09909 tahun 2011 dinyatakan tidak berlaku. Dengan kata lain, “pangan fungsional” merupakan “pangan dengan klaim kesehatan khusus”, yang diberlakukan sama halnya dengan kelompok pangan lainnya. Ini menandakan bahwa jenis pangan apa pun (diolah atau segar) harus memerhatikan ketentuan klaim (kesehatan atau nutrisi), baik untuk pelabelan maupun aktivitas iklan dan promosinya.

Ketentuan klaim untuk mocaf dan produk olahan mocaf harus mengacu pada Peraturan Kepala BPOM Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2016 tentang Pengawasan Klaim pada Label dan Iklan

Pangan Olahan. Menurut ketentuan peraturan tersebut; klaim pada label pangan olahan dapat mencakup klaim gizi, klaim kesehatan, dan klaim selain keduanya (Bab III Pasal 3). Contoh klaim kesehatan dan gizi yang dapat bersinggungan dengan mocaf dan produk olahan pangan dari mocaf dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Beberapa contoh kemungkinan klaim kesehatan dan gizi dari produk olahan pangan berbasis mocaf berdasarkan pada Peraturan Kepala BPOM RI No. 13 Tahun 2016.

No	Komponen	Persyaratan klaim	Catatan/pernyataan
1	Serat Pangan	a) Sumber/ mengandung: 3 g per 100 g (dalam bentuk padat) atau 1,5 g per 100 kkal (dalam bentuk cair) b) Tinggi: 6 g per 100 g (dalam bentuk padat) atau 3 g per 100 kkal(dalam bentuk cair)	1) Serat pangan adalah polimer karbohidrat dengan tiga atau lebih unit monomer, yang tidak dihidrolisis oleh enzim pencernaan dalam usus kecil manusia dan terdiri dari: polimer karbohidrat yang dapat dimakan (<i>edible</i>), yang secara alami terdapat dalam pangan; atau 2) polimer karbohidrat, yang diperoleh dari bahan baku melalui proses fisik, enzimatik, atau kimiawi yang telah terbukti secara ilmiah mempunyai efek fisiologis bermanfaat terhadap kesehatan; atau 3) polimer karbohidrat sintetis yang telah terbukti secara ilmiah mempunyai efek fisiologis bermanfaat terhadap kesehatan.

No	Komponen	Persyaratan klaim	Catatan/ Pernyataan
2	Lemak	a) Rendah: 3 g per 100 g (dalam bentuk padat) atau 1,5 g per 100 ml (dalam bentuk cair) b) Bebas/tanpa/tidak mengandung: 0,5 g per 100 g (dalam bentuk padat) atau 0,5 g per 100 ml (dalam bentuk cair)	-
3	Kolesterol	a) Rendah: 0,02 g per 100 g (dalam bentuk padat) atau 0,01 g per 100 ml (dalam bentuk cair) b) Bebas: 0,005 g per 100 g (dalam bentuk padat) atau 0,005 g per 100 ml (dalam bentuk cair) Persyaratan lain: Memenuhi persyaratan rendah lemak jenuh dan rendah lemak trans	-
4	Kalsium	a) Pada produk yang mengandung kalsium lebih dari 400 mg per saji harus disertai pernyataan bahwa "Konsumsi lebih dari 2.000 mg per hari tidak akan menambah manfaat dalam menjaga kepadatan tulang"; dan b) Kadar fosfor dalam pangan tidak boleh melebihi kadar kalsium	"Kalsium membantu dalam pembentukan dan mempertahankan kepadatan tulang dan gigi"

Buku ini tidak diperjualbelikan.

No	Komponen	Persyaratan klaim	Catatan/pernyataan
5	Gluten	a) Klaim bebas gluten apabila produk mengandung gluten ≤ 20 mg/kg b) Klaim rendah gluten apabila produk mengandung gluten 21–100 mg/kg	Pangan olahan dibuat dengan menggunakan bahan baku sebagai berikut: a) Bahan baku yang secara alami tidak mengandung gluten seperti beras, jagung, sagu, ubi kayu/singkong, ubi jalar, kentang, kedelai, dan turunannya; dan/atau b) Bahan baku dari sereal yang secara alami mengandung gluten seperti gandum (semua spesies <i>Triticum</i> , seperti <i>durum wheat</i> , <i>spelt</i> , dan <i>khorsan wheat</i>), <i>rye</i> , <i>barley</i> atau <i>oat</i> atau varietas persilangannya dan turunannya yang telah diproses untuk mengurangi kandungan gluten.

Sumber: BPOM (2011); BPOM (2016)

Meskipun peraturan BPOM tersebut bertujuan melindungi konsumen dan menghindari *overclaim* dari produsen atas produk yang dihasilkan, di sisi lain prosedur pencantuman klaim gizi dan kesehatan yang tertuang dalam Lampiran XI Peraturan Kepala BPOM Nomor 13 Tahun 2016 relatif sulit diterapkan oleh produsen mocaf skala UMKM. Kesulitan tersebut terutama dari persyaratan perlunya penelitian untuk proses pengajuan komponen bahan dan/atau klaim dalam produk. Klaim fungsi lain dan klaim penurunan risiko penyakit harus didasarkan pada hasil penelitian pada manusia yang memenuhi kaidah ilmiah yang berlaku, yaitu melalui penelitian eksperimental *randomized controlled trials* (RCT) atau observasional jika penelitian eksperimental tidak mungkin dilakukan. Selain itu, penelitian *in vitro* dan uji pada hewan dapat diajukan untuk memperkuat dan mendukung permohonan klaim pangan. Di lain pihak,

sebagai produk yang belum sepenuhnya dikenal dan diterima oleh masyarakat sebagaimana tepung terigu, informasi keunggulan mocaf dibandingkan tepung terigu seperti fungsi penurunan risiko penyakit dan nutrisi berperan penting untuk disebarluaskan kepada masyarakat/calon pengguna dalam upaya memasyarakatkan mocaf.

“Klaim” spesifik mocaf yang memiliki karakteristik, di antaranya bebas gluten, mengandung serat, kalsium, zat besi relatif lebih tinggi dibandingkan tepung terigu, berdasarkan pada ketentuan Badan POM tersebut, tidak dapat digunakan begitu saja (dalam label atau media promosi apa pun) tanpa melalui prosedur pembuktian secara ilmiah. Proses pengujian seperti ini harus melibatkan pakar dan teknisi yang terlatih di laboratorium uji dengan menerapkan metode uji yang sah. Pengujian seperti ini bukanlah prosedur yang murah dan mudah sehingga peran serta komunitas iptek di lembaga penelitian dan perguruan tinggi menjadi sangat penting.

F. Model Pengembangan Industri Mocaf Berbasis UMKM

Selain faktor regulasi, aspek teknis pengembangan dan pembiayaan merupakan satu kesatuan yang tidak dapat dipisahkan satu sama lain dalam menjawab tantangan industri mocaf berbasis UMKM. Mempertimbangkan karakteristik kelompok usaha ini, model pengembangan yang tepat sasaran sangat diperlukan agar UMKM berbasis mocaf mampu bertahan di tengah persaingan ketat.

Sebagai aktor penting dalam ekonomi kerakyatan, pengembangan UMKM perlu mendapat perhatian yang lebih, salah satunya berupa intensif. Merujuk kembali pada Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2008 tentang Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah, dunia usaha yang melakukan kegiatan ekonomi di Indonesia dan berdomisili di Indonesia terdiri atas empat kategori, yakni usaha mikro, usaha kecil, usaha menengah, dan usaha besar. Dari keempat

kategori tersebut, usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) memiliki peran strategis terhadap pembangunan ekonomi nasional. Data pada 2018 menyebutkan sektor UMKM menyumbang Rp8.400 triliun terhadap produk domestik bruto (PDB). Angka tersebut setara dengan 60% dari Rp14.000 triliun PDB Indonesia pada 2018. Kontribusi lain UMKM terhadap perekonomian Indonesia adalah pada sektor penyerapan tenaga kerja. UMKM menyerap 121 juta tenaga kerja atau sekitar 96% dari serapan tenaga kerja Indonesia pada 2018 yang sebesar 170 juta (Ingratubun, 2019).

Peran strategis UMKM menjadi dasar urgensi pengembangan UMKM di Indonesia dan menjadi salah satu prioritas dalam pembangunan nasional ataupun regional. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2008 mengamanatkan pemberdayaan UMKM untuk menumbuhkan dan mengembangkan kemampuan usaha yang tangguh dan mandiri. Bab VI peraturan tersebut (Pengembangan Usaha, Pasal 16) menyebutkan bahwa pemerintah pusat dan pemerintah daerah memfasilitasi pengembangan usaha dalam bidang produksi dan pengolahan; pemasaran; sumber daya manusia; serta desain dan teknologi. Pengembangan dalam bidang desain dan teknologi, sebagaimana dijelaskan dalam Pasal 20 dilakukan dengan meningkatkan kemampuan di bidang desain dan teknologi serta pengendalian mutu; meningkatkan kerja sama dan alih teknologi; meningkatkan kemampuan UMKM di bidang penelitian untuk mengembangkan desain dan teknologi baru; memberikan insentif kepada UMKM yang mengembangkan teknologi dan melestarikan lingkungan hidup; serta mendorong UMKM untuk memperoleh sertifikat hak atas kekayaan intelektual.

Selain aspek regulasi yang bersifat umum, sejumlah institusi dan akademisi berperan serta secara aktif melakukan pengembangan UMKM. Pada industri mocaf berbasis UMKM, terdapat beberapa model pengembangan yang telah dikaji dan diterapkan. Salah satunya

melalui sistem pendekatan klaster industri untuk mempercepat tumbuhnya industri dan meningkatkan daya saing UMKM. Klaster industri atau rumpun usaha dapat didefinisikan sebagai jaringan dari sehimpunan industri, lembaga penghasil teknologi, pembeli, serta institusi penghubung, yang dihubungkan satu dengan lainnya dalam rantai proses peningkatan nilai (Taufik, 2005).

Sehimpunan industri tersebut terdiri atas industri inti, industri pemasok, industri pendukung, dan industri terkait. Penggunaan istilah inti, pemasok, pendukung, dan terkait menunjukkan peran pelaku di dalam klaster industri dan tidak berhubungan dengan tingkatan kepentingan, melainkan semua memiliki tingkat kepentingan yang sama. Definisi klaster memiliki pengertian yang lebih luas dari “sentra industri” yang lebih merupakan pengelompokan aktivitas bisnis yang serupa di suatu lokasi (Sidik, 2011).

Lebih lanjut, Sidik (2011) menjelaskan pengertian istilah-istilah yang digunakan di dalam konsep klaster industri adalah sebagai berikut.

- 1) Industri inti adalah industri yang menjadi fokus perhatian dan umumnya menjadi titik masuk kajian dan merupakan industri yang berpotensi unggul.
- 2) Industri pemasok adalah industri yang memasok industri inti dengan produk khusus berupa bahan baku utama, bahan tambahan, dan aksesoris.
- 3) Pembeli adalah pasar yang menjadi konsumen produk industri inti yang terdiri atas distributor, pengecer, dan pemakai langsung.
- 4) Industri pendukung merupakan industri yang menghasilkan barang atau jasa yang dapat mendukung industri inti. Industri pendukung meliputi, antara lain, pembiayaan (bank, modal ventura), jasa (angkutan, bisnis distribusi, konsultan bisnis), infrastruktur (jalan raya, telekomunikasi, listrik), peralatan (permesinan, alat bantu), serta pengemasan.



Sumber: Sidik (2011) dimodifikasi

Gambar 4.4 Klaster Industri

- 5) Industri terkait adalah industri yang menggunakan infrastruktur atau sumber daya yang sama dengan industri inti, misalnya dari segi bahan baku atau tenaga ahli. Industri terkait yang dimaksud di sini tidak berhubungan bisnis secara langsung dengan industri inti, antara lain pesaing, komplementer, dan substitusi.
- 6) Lembaga/institusi pendukung adalah lembaga yang memberikan dukungan peningkatan industri inti. Lembaga pendukung antara lain terdiri atas lembaga pemerintah, asosiasi profesi, dan lembaga pengembang swadaya masyarakat.

Klaster industri yang diurai di atas dapat dilihat pada Gambar 4.4.

Pengembangan atau esensi penting dari klaster industri adalah sebagai berikut:

- 1) Kebersamaan/kesatuan/keserupaan, yaitu bahwa bisnis-bisnis dalam klaster industri beroperasi dalam bidang-bidang serupa atau terkait satu sama lain dengan fokus pasar bersama atau rentang aktivitas bersama.
- 2) Konsentrasi, yaitu terdapat pengelompokan bisnis-bisnis yang dapat dan benar-benar melakukan interaksi.
- 3) Konektivitas, yaitu terdapat organisasi yang saling terkait/bergantung pada beragam jenis hubungan yang berbeda.
- 4) Penamaan suatu klaster industri tertentu pada dasarnya lebih merupakan pendefinisian tematik yang bersifat kontekstual. Pembatasan dilakukan hanya semata untuk maksud penentuan fokus tematik-kontekstual yang efektif sebagai suatu kesatuan jaringan rantai penciptaan nilai tambah. Setiap entitas pelaku mempunyai peran tertentu dalam klaster industri dan terkait satu sama lain dalam rantai nilai. Hubungan atau keterkaitan dapat berupa bisnis ataupun nonbisnis. Himpunan entitas pelaku, keterkaitan, dan dinamika proses dalam klaster industri dengan konteks tematik tertentu ini menjadikan klaster dapat dipandang sebagai suatu sistem.
- 5) Suatu klaster industri sebagai himpunan atau konsentrasi para pelaku biasanya sangat ditentukan oleh kedekatan jarak. Artinya, perkembangan klaster industri pada dasarnya berkaitan dengan tempat, lokasi, daerah, atau wilayah geografis tertentu, walaupun ini dalam pengertian relatif. Faktor lokasi/tempat/daerah merupakan faktor yang dinilai sangat menentukan perkembangan dan daya saing suatu klaster industri.
- 6) Istilah “inti”, “pendukung”, “terkait” tidak dimaksudkan untuk

menunjukkan yang satu lebih penting dibandingkan yang lainnya. Ini menunjukkan kelompok posisi yang diperankan setiap pelaku pada suatu klaster industri tertentu. Posisi tersebut dapat berbeda untuk konteks klaster industri yang berbeda.

- 7) Klaster industri hakikatnya adalah inklusif. Pelaku dengan beragam skala usaha/kegiatan berperan sesuai dengan peran dan proses dinamik penempatan posisi masing-masing. Artinya, konsep klaster industri pada dasarnya inklusif, bukan eksklusif untuk pelaku tertentu (Sidik, 2011).

Selain melalui penerapan sistem klaster, peningkatan eksistensi dan daya saing produk mocaf yang dihasilkan oleh UMKM dapat ditempuh dengan penerapan prosedur operasi standar (POS) produksi mocaf dalam menjalankan operasional usaha (Subagio, Windrati, Witono, & Fahmi, 2008). Pembuatan dokumen POS ini merupakan panduan bagi industri dalam menyusun rencana kerja jaminan mutu pengolahan mocaf yang berfungsi dalam rangka penerapan sistem jaminan mutu dan keamanan pangan untuk industri pangan berdasarkan pada konsep manajemen mutu produk dengan sistem pengendalian bahaya (HACCP) dan pengendalian mutu, serta konsep pengembangan *good manufacturing practice* (GMP) yang dikembangkan di Indonesia yang dikenal dengan cara produksi pangan yang baik untuk industri rumah tangga (CPPB-IRT).

Mocaf sebagai bahan baku produk makanan dituntut memberikan jaminan mutu yang baik dan konsisten. Sebagai salah satu bukti jaminan mutu yang menerapkan prinsip-prinsip jaminan mutu adalah UMKM memiliki dokumen rencana kerja jaminan mutu (RKJM) sebagai panduan mutu bagi industri pengolahan mocaf dalam memberikan jaminan mutu kepada mitra bisnis. Selanjutnya, dalam perdagangan produk mocaf, apabila diperlukan sertifikat, dokumen ini dapat dijadikan sebagai panduan mutu atau prosedur

operasi standar (POS) dalam sertifikasi sistem mutu. Sebagai panduan mutu, minimal buku panduan tersebut harus meliputi unsur-unsur antara lain organisasi, tanggung jawab manajemen, sistem jaminan mutu, dokumentasi, dan lainnya (Subagio dkk., 2008).

Dari aspek model pembiayaan, berdasarkan pada analisis keuangan dan kelayakan usaha, pengolahan mocaf layak untuk dilaksanakan. Hasil kajian ini juga sejalan dengan penelitian Departemen Pengembangan Akses Keuangan dan UMKM (DPAU) Bank Indonesia tahun 2013 pada UMKM di wilayah Trenggalek sebagai salah satu sentra penghasil ubi kayu. Hasil analisis DPAU pada UMKM tersebut mencatat nilai *net present value* (NPV) sebesar Rp1.479.937.531, *internal rate of return* (IRR) 61,04%, Net B/C Ratio 2,83 kali, dengan *payback period* selama 2,49 tahun. Penurunan pendapatan hingga 20% akibat kenaikan biaya produksi, khususnya harga bahan baku masih memberikan kelayakan untuk usaha pengolahan mocaf. Sementara penurunan pendapatan memiliki sensitivitas hingga 14% dan masih tetap layak dikembangkan. Sementara itu, analisis sensitivitas kombinasi kenaikan biaya variabel dan penurunan pendapatan secara bersamaan mampu dihadapi usaha ini hingga 8% (DPAU, 2013).

Berdasarkan pada hasil analisis aspek keuangan dan potensi bahan baku, prospek pasar, serta tingkat teknologi proses, usaha pengolahan mocaf layak untuk dibiayai. Untuk menjamin kelancaran pengembalian kredit, pihak perbankan seyogianya juga turut berpartisipasi dalam pembinaan usaha ini, khususnya pada aspek keuangan, dan manajemen pembukuan. Melalui analisis aspek keuangan UMKM pengolahan mocaf, diharapkan intermediasi perbankan dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak terkait, terutama bagi UMKM dalam rangka mempercepat akses pembiayaan dari perbankan.

Tabel 4.14 Hasil Sintesis Prioritas dengan AHP untuk Menentukan Aspek-aspek Pengembangan Industri Mocaf basis UMKM

Prioritas	Aspek Penilaian Sesuai Hierarki	Nilai bobot
1	Kesiapan pelaku usaha/jejaring	0,198
2	Penerimaan pasar	0,184
3	Peningkatan rantai nilai	0,181
4	Dukungan kebijakan/regulasi terkait	0,111
5	Ketersediaan bahan baku dan sistem rantai pasokan	0,111
6	Penguasaan teknologi	0,079
7	Kemampuan berkompetisi	0,076
8	Dukungan finansial	0,059
Indeks inkonsistensi: 0,04		

Sumber: Helmi dkk. (2013a)

G. Catatan Penutup: Aspek yang Memengaruhi Pengembangan UMKM Mocaf

Membangun industri mocaf basis UMKM merupakan tantangan yang besar. Dibutuhkan upaya dan strategi khusus dan peran aktif dari banyak pihak, terutama dari pemerintah. Salah satu penelitian untuk melihat aspek-aspek pengembangan industri mocaf basis UMKM telah dilakukan oleh Helmi, Jatraningrum, dan Iswanto (2013a). Catatan penutup ini sekaligus merangkum aspek-aspek yang memengaruhi pengembangan UMKM mocaf berdasarkan pada hasil penelitian pada lima UMKM mocaf utama di daerah Yogyakarta dan Jawa Tengah menggunakan metode *analytical hierarchy process* (AHP) dan melibatkan pakar relevan di bidang ini sesuai dengan metode yang disarikan dari Saaty (1994) dan Saaty (2008). Hasil penentuan skala UMKM dengan menggunakan metode AHP maka

Buku ini tidak diperjualbelikan.

sintesis prioritas global tiap aspek penilaian dapat dilihat pada tabel berikut ini (Tabel 4.14).

Dari Tabel 4.14 di atas, dapat diketahui bahwa aspek-aspek yang memengaruhi pengembangan industri UMKM mocaf sesungguhnya tidak dapat dipisahkan satu sama lain. Berdasarkan pada hasil panel penilaian ini, dapat diketahui bahwa secara umum lima aspek tertinggi yang memengaruhi, berturut-turut, adalah aspek (1) kesiapan pelaku usaha/jejaring, (2) penerimaan pasar, (3) peningkatan rantai nilai, (4) dukungan kebijakan/regulasi terkait, dan (5) ketersediaan bahan baku dan sistem rantai pasokan dengan total indeks konsistensi yang relatif baik (0,04).

Saat ini belum terdapat sistem rantai pasokan (*supply chain system*) yang kuat untuk menjamin keberlangsungan usaha berbasis mocaf. Sampai saat ini, pasar mocaf masih bersifat eksklusif sehingga perlu adanya kepastian dan jaminan keberlanjutan pasar dari mocaf. Kenyataannya pada saat tertentu petani dan pembuat mocaf sulit mencari pasar, sementara di sisi lain konsumen sulit untuk mendapatkan mocaf karena diperlukan pemasok yang akan meneruskan ke industri pengolahan.

Komponen harga bahan baku mocaf juga terus meningkat sangat fluktuatif. Harga bahan baku ubi kayu terus meningkat sehingga harga mocaf kurang kompetitif dibandingkan tepung-tepungan yang lain. Tepung terigu dengan sistem perdagangan skala global yang dikuasai kartel memungkinkan dapat lebih murah dari mocaf. Dengan demikian, komponen harga bahan baku antara (*chips* ubi kayu) dengan tingkat kekeringan 12% dan ketebalan 3 mm dapat mencapai 2–3 kali dari harga bahan bakunya.

Permintaan industri akan ubi kayu sangat tinggi, namun belum bisa dipenuhi petani. Areal pertanian yang ditanami ubi kayu masih terbatas, bahkan cenderung menurun. Data lima tahun terakhir BPS mencatat, pada 2018, luas panen ubi kayu Indonesia adalah 792.952

hektare, angka ini terus menurun dibandingkan pada 2014, yang berada pada angka 1.003.494 hektare, meskipun ada kenaikan 2,58% dari 2017, yang sempat berada di angka 772.975 hektare. Idealnya program perluasan areal tanam ubi kayu setiap tahun membutuhkan minimal 300 hektare untuk memenuhi permintaan bahan baku industri mocaf dan *chips* ubi kayu (Kementerian Pertanian, 2019).

Untuk mengantisipasi ketentuan terkait dengan klaim kesehatan mocaf serta memastikan kesinambungan pengembangan mocaf, perlu pendampingan sumber daya dan dukungan iptek lintas sektoral, yaitu BPOM, Kementerian Perindustrian, Kementerian KUKM, Kementerian Kesehatan, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Kementerian Riset dan Teknologi, Perguruan tinggi, serta lembaga keuangan/perbankan.

Daftar Pusaka

- Andri, Y. (2019). Impor gandum bakal naik di tengah harga yang kian mahal. Diakses pada 13 Desember 2019 dari <https://ekonomi.bisnis.com/read/20190124/12/882121/impor-gandum-bakal-naik-di-tengah-harga-yang-kian-mahal>.
- Ares, G., & Gambaro, A. (2007). Influence of gender, age and motives underlying food choice on perceived healthiness and willingness to try functional foods. *Appetite*, 49, 148–158.
- BPOM RI. (2005). Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor HK.00.05.52.0685 tentang Ketentuan Pokok Pengawasan Pangan Fungsional. Jakarta.
- BPOM RI. (2011). Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor HK.03.1.23.11.11.09909 Tahun 2011 tentang Pengawasan Klaim Dalam Label dan Iklan Pangan Olahan. Jakarta.
- BPOM RI. (2016). Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor Nomor HK.03.1.23.11.11.09909 Tahun 2011 tentang Pengawasan Klaim Dalam Label dan Iklan Pangan Olahan. Jakarta.

- Bhaskaran, S., & Hardley, F. (2002). Buyers beliefs, attitudes and behaviour: Foods with therapeutic claims. *Journal of Consumer Marketing*, 19, 591–606.
- Bisnis. (2012). Industri tepung pacu ivestasi pabrik mocaf. Diakses pada 16 Desember 2019 dari <http://www.bisnis.com/articles/industri-tepung-pacu-investasi-pabrik-mocaf>.
- Booz-Allen & Hamilton. (1982). *New product management for the 1980s*. New York: Booz-Allen & Hamilton, inc.
- Boluda, K., & Capilla, V. (2017). Consumer attitudes in the election of functional foods. *Spanish Journal of Marketing-ESIC*, 21(S1), 65–79.
- Cohen, W. M, & Levinthal, D. A.(1989). Innovation and learning: The two faces of R & D. *The Economic Journal*, 99, 569–596.
- Cooper, R. G. (2001). *Winning at new products: accelerating the process from idea to launch*, 3rd edition. New York: Basic Book.
- Cooper, R. G. (2013). Where are all the breakthrough new products? Using portfolio management to boost innovation. *Research Technology Management*, Oct–Dec 2013, 25–32.
- Departemen Pengembangan Akses Keuangan dan UMKM (DPAU). (2013). *Pola pembiayaan usaha kecil pengolahan tepung mocaf (modified cassava flour)*. Jakarta: Departemen Pengembangan Akses Keuangan dan UMKM.
- Direktorat Pengolahan Hasil Pertanian. (2012). Pedoman Teknis Pengembangan Agroindustri Tanaman Pangan Tahun 2002. Jakarta.
- Downess (2010). Further validation of the motivatorsand barriers of a healthy lifestyle scale. *Southern Online Journal of Nursing Research (SOJNR)*, 10(4), 201.
- Helmi, R. L., Jatraingrum, D. A., Iswanto, I. B., Widati, S., Syachmid, D. S., & Astuti, T. N. (2013). *Peningkatan kapasitas IKM basis olahan pangan melalui alih teknologi dan manajemen inovasi produk baru modified cassava flour (mocaf) terfermentasi Lactobacillus plantarum*. Laporan Insentif Penelitian Sistem Inovasi Nasional Kementrian Riset dan Teknologi. Cibinong: Pusat Inovasi LIPI.
- Helmi, R. L., Jatraingrum, D. A., & Iswanto, I. B. (2013a). Kajian pendahuluan potensi pengembangan industri tepung ubi kayu

terfermentasi sebagai bahan substitusi tepung terigu dan bahan baku produk pangan. *Prosiding Seminar Nasional Kimia Terapan Bidang Industri Pangan*, diselenggarakan oleh LIPI dan HKI di Solo, 23–24 Mei 2013. ISSN 2088-9828, 42–54.

Helmi, R. L. (2015). Tantangan industri pangan fungsional. Dalam D. A. Jatraningrum (Ed.), *Peluang Adopsi Inovasi Berbasis Data Paten di Bidang Pangan Fungsional*. Jakarta: LIPI Press.

Howlett, J. (2008). *Functional foods: From science to health and claims*. Belgia: ILSI Europe ISBN no 9789078637110.

Ingratubun, M. I. (2018). UMKM sumbang Rp8.400 triliun ke perekonomian nasional pada 2018. Diakses pada 7 April 2020 dari <https://economy.okezone.com/read/2019/06/19/320/2068296/umkm-sumbang-rp8-400-triliun-ke-perekonomian-nasional-pada-2018>.

Kazimierska, M., & Grębosz-Krawczyk, M. (2017). New product development (NPD) process-an example of industrial sector. *Management Systems in Production Engineering*, 25(4), 246–250.

Kementerian Pertanian. (2019). Data lahan pertanian ubi kayu lima tahun terakhir. Diakses pada 29 Desember 2019 dari <http://bkp.pertanian.go.id/storage/app/media/Bahan%202020/FSVA%202019%20FINAL.pdf>

Kementerian Pertanian. (2013). Pemasaran tepung cassava fermentasi mocaf masih banyak kendala. Diakses pada 29 Desember 2019 dari http://agribisnis.deptan.go.id/disip_informasi/1/4/36/1244/pemasaran_tepung_cassava_fermentasi_mocaf_masih_banyak_kendala.html.

Kotilainen, L., Rajalahti, R., Ragasa, C., & Pehu, E. (2006). Health enhancing foods: Opportunities for strengthening the sector in developing countries. *Agriculture and Rural Development Discussion Paper 30*. Washington, DC: World Bank.

Moorman, C., & Matulich, E. (1993). A model of consumers' preventive health behaviors: The role of health motivation and health ability. *J. Cons. Res.*, 20, 208–228.

- Nugraheni, M., Handayani, T. H. W., & Utama, A. (2015). Pengembangan mocaf (*modified cassava flour*) untuk peningkatan diversifikasi pangan dan ekonomi pasca erupsi merapi. *Inotek*, 19(1), 52–69.
- O'Sullivan, M. (2016). *A handbook for sensory and consumer-driven new product development, innovative technologies for the food and beverage industry*, 1st Edition. New York: John Wiley & Son inc.
- Oyewole, O. B. (1991). Fermentation of cassava for lafun production. *Food Lab. News*, 17(2): 29–31.
- Perry, C., & Cochet, M. (2009). Consumer packaged goods product development processes in the 21st Century: Product lifecycle management emerges as a key innovation driver. Dalam Howard R., Moskowitz I., Sam Saguy, & Tim Straus (Eds.), *An Integrated Approach to New Food Product Development*. Florida: CRC Press Taylor & Francis Group.
- Plasek, B., & Temesi. (2019). The credibility of the effects of fuctional food products and consumers'willingness to purchase/willingness to pay-review. *Appetite*, 143, 104398.
- Priyatno, D. (2020). *Paham analisa statistik data dengan SPSS*. Yogyakarta: Mediakom.
- Rahman, A. M. (2007). *Mempelajari karakteristik kimia dan fisik tepung tapioka dan mocal (modified cassava flour) sebagai penyalut kacang pada produk kacang salut*. (Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian, IPB. Bogor).
- Reguia, C. (2014). Product innovation and the competitive advantage. *European Scientific Journal*, 1 (special edition), 140–157.
- Saaty, T. L. (1994). How to make a decision: The analytic hierarchy process. *Interface*, 24(6), 19–43.
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarcy process. *Int. J. Services Sciences*, 1(1), 83–98.
- Said, Z. (1991). *Karakteristik fisika-kimia dan fungsional tepung ubi kayu (Manihot esculenta Crantz) dengan ragam cara pengolahan*. Bogor: Program Pascasarjana IPB.
- Shepherd, R., & Stockley, L. (1985). Fat consumption and attitude towards foods with a high fat content. *Hum. Nutr. Appl. Nutr*, 39(A), 431–442.

- Sobowale, A. O.1, Olurin, T. O.1, & Oyewole, O. B. Z. (2007). Effect of lactic acid bacteria starter culture fermentation of cassava on chemical and sensory characteristics of fufu flour. *African Journal of Biotechnology*, 6(16), 1954–1958.
- Sidik, M. A. (2011). Penguatan klaster pangan olahan berbasis mocaf di Kabupaten Blitar. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia* 13(3), Desember 2011, 144–150.
- Stephoe, A., & Wardle, J. (1992). Cognitive predictors of health behaviour in contrasting regions of Europe. *Brit. J. Clin. Psychol*, 31, 485–502.
- Subagio, A., Windrati, W. S., Witono, Y., & Fahmi, F. (2008). Prosedur operasi standar (POS) produksi mocaf berbasis klaster. Southeast Asian Food and Agricultural Science and Technology (SEAFAST) Center, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Szakaly, Z., Kovacs, S., Peto, K., Huszka, P., & Kis, M. (2019). A modified model of the willingness to pay for functional foods. *Appetite*, 138, 94–101.
- Taufik, T. A. (2005). *Pengembangan sistem inovasi daerah: Perspektif kebijakan*. Jakarta: Pusat Pengkajian Kebijakan Teknologi Pengembangan Unggulan Daerah dan Peningkatan Kapasitas Masyarakat.
- Tebbens, J. (2005). *Functional foods and nutraceuticals: The development of value-added food by canadian firms*. Ottawa: Science, Innovation and Electronic Information Division, Ministry of Industry.
- Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2008 tentang Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah.
- Urala, N., & Lahteenmaki, L. (2007). Consumers' changing attitude towards functional food. *Food Quality and Preference*, 18, 1–12.
- Wardle, J., Parmenter, K., & Waller, J. (2000). Nutrition knowledge and food intake. *Appetite*, 34, 269–275.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

BAB 5



Tantangan & Strategi Pengembangan UMKM Mocaf di Masa Mendatang (Catatan Penutup)

Rahmi Lestari Helmi

Catatan penutup ini berisi intisari keseluruhan isi buku yang terangkum dalam bahasan tantangan, strategi pengembangan UMKM mocaf di masa mendatang, dan peran iptek untuk mendukung pengembangan mocaf di Indonesia.

A. Tantangan Substitusi Terigu

Jika dilakukan upaya substitusi sebagian dari kebutuhan tepung terigu dengan mocaf, dampak terbesar juga akan dirasakan oleh kelompok usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM). Hal ini dapat dimengerti, mengingat konsumen terbesar tepung terigu saat ini adalah 60% dari kelompok UKM, sedangkan sisanya adalah dari kelompok industri besar (32%), rumah tangga (5%), dan lain-lain (3%) (Andri, 2019). Dari total konsumsi tepung terigu nasional saat ini, diketahui bahwa sebagian besar digunakan di UKM ataupun industri besar modern berupa produk mi, baik dalam bentuk mi instan maupun mi basah. Data-data tersebut mengisyaratkan pula bahwa UKM memiliki peran strategis dalam pengembangan dan inovasi mocaf serta produk olahan pangan basis mocaf.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Beberapa tantangan dalam upaya menyubstitusi industri tepung terigu, terdapat beberapa hal yang perlu dipertimbangkan, yaitu:

- 1) Pemenuhan pasokan bahan baku berupa ubi kayu untuk mendorong produksi mocaf yang berkelanjutan. Tingginya kebutuhan bahan baku ubi kayu ini berdampak pula pada perluasan lahan tanam ubi kayu yang saat ini keberadaannya makin terbatas. Selain itu, pengaruh musim dapat memengaruhi kualitas pasokan bahan baku ubi kayu. Pasokan ubi kayu dari petani lebih banyak pada musim kemarau.
- 2) Tingkat produktivitas dan persebaran ubi kayu dalam mendukung rantai pasokan produksi mocaf ini belum dapat mendukung keberlangsungan usaha mocaf. Saat ini, sentra produksi ubi kayu masih didominasi di Provinsi Lampung dan Pulau Jawa. Areal pertanian yang dapat ditanami ubi kayu masih terbatas karena baru 1,2 juta hektare (ha) yang ditanam ubi kayu dengan hasil produksi 19,5 ton per ha. Setidaknya, butuh 300 ha perluasan areal tanam per tahun untuk memenuhi kebutuhan bahan baku (Helmi, Jatraningrum, & Iswanto, 2013). Di lain pihak, kemampuan ekstensifikasi lahan tanam ubi kayu untuk memenuhi kebutuhan industri nasional makin terbatas.
- 3) Pasar mocaf yang belum kondusif sehingga terjadi fluktuasi harga bahan baku akan berdampak pada harga mocaf yang kurang kompetitif dibandingkan terigu. Pada 2019 saja, harga singkong di tingkat pengepul bervariasi, yaitu Rp1.700–2.500 per kg, sehingga harga mocaf dapat diasumsikan mencapai Rp11.900–17.500 per kg pada tingkat produsen. Jika dibandingkan tepung terigu dengan sistem perdagangan skala global yang dikuasai kartel, memungkinkan sistem rantai pasok yang lebih efisien sehingga (saat ini) dapat lebih murah dari mocaf.
- 4) Pasar mocaf masih bersifat eksklusif sehingga perlu ada kepastian dan jaminan pasar dari mocaf. Sifat eksklusif ini muncul karena

pada kenyataannya produsen mocaf sulit mencari pasar, namun di sisi lain, konsumen sulit untuk mendapatkan mocaf. Dalam hal ini, diperlukan pemasok yang menyalurkan mocaf ke pihak industri pengolahan mocaf.

B. Strategi Pengembangan Industri Mocaf Basis UMKM

Untuk menjawab tantangan pengembangan industri mocaf berbasis UMKM, setidaknya diperlukan aspek-aspek berikutnya strategi yang efektif dalam pengembangan industri mocaf basis yang melibatkan aspek-aspek sebagai berikut;

- a) Strategi edukasi dan pemasyarakatan untuk meningkatkan pemahaman dan penerimaan pasar. Penilaian penerimaan pasar ini harus dilakukan untuk memetakan besaran potensi mocaf dan produk olahan mocaf melalui edukasi dan diseminasi informasi manfaat kesehatan mocaf.
- b) Dukungan kebijakan/regulasi untuk mendorong pertumbuhan industri mocaf nasional melalui kebijakan pembatasan impor gandum, kebijakan ekstensifikasi, dan budi daya ubi kayu, insentif pendampingan produksi serta permodalan, gerakan produk lokal, dan standarisasi produk olahan mocaf. Salah satu upaya gerakan nasional, misalnya "gerakan tanam ubi kayu", dengan target ekstensifikasi yang tetap memperhatikan aspek lingkungan. Gerakan lain yang perlu ditetapkan adalah gerakan wajib makan pangan dari mocaf secara periodik untuk sekolah dan instansi pemerintah. Lomba olahan inovatif pangan berbasis mocaf secara nasional juga layak dikembangkan dengan tetap menggali pangan tradisional di tiap daerah. Kebijakan pemberian insentif pemerintah kepada UMKM untuk pengembangan mocaf penting dilakukan untuk menumbuhkembangkan industri ini, tidak hanya untuk skala UMKM, tetapi juga insentif untuk industri menengah besar yang mengaplikasikan produksi mocaf.

- c) Strategi penguatan kapasitas UMKM untuk meningkatkan kemampuan, jejaring kerja, kemitraan industri (dengan industri besar pengolah mocaf), akses informasi dan lembaga pembiayaan usaha yang melibatkan aktor-aktor yang terlibat dalam rantai pasokan mocaf dan produk pangan berbasis mocaf, dari hilir sampai hulu. Penguatan kapasitas SDM UMKM untuk penciptaan rantai nilai, melalui *re-use* pengetahuan dan pengalaman sebelumnya.
- d) Strategi pengembangan model industri UMKM mocaf, dalam bentuk kluster industri per kawasan untuk meningkatkan kapasitas pembelajaran UMKM, baik dari aspek penggunaan sumber daya teknologi, SDM, pengembangan produk, pemasaran, manajemen bisnis, infrastruktur/peralatan, dan pembiayaan.
- e) Strategi kemitraan litbang yang melibatkan unsur industri, masyarakat, regulator (instansi terkait) dan lembaga litbang publik/ perguruan tinggi untuk terus mengeksplorasi seluruh tahap rantai nilai industri mocaf ini.

C. Dukungan Iptek untuk Pengembangan Industri Mocaf

Dari sisi dukungan teknologi, hal-hal berikut ini perlu mendapat perhatian:

- a) Teknologi pengujian (*test kit*) yang cepat untuk mendukung kontrol kualitas mocaf melalui pengujian kadar sianida dalam mocaf. Pengujian ini lebih difokuskan sebagai uji pendahuluan di lapangan untuk memperkirakan kadar HCN mocaf yang dihasilkan oleh petani/UMKM. Saat ini pengujian resmi kadar HCN dan aspek fisikokimia lainnya sesuai SNI Mocaf 7622:2011 melalui laboratorium resmi masih dianggap terlalu mahal bagi UMKM.

- b) Teknologi pengujian untuk mendukung klaim kesehatan dan gizi mocaf dan keamanan produk, yang mencakup uji senyawa (nutrisi, antinutrisi) atau senyawa khusus lainnya yang terkandung dalam mocaf, sebagai dampak dari perekayasa proses (misalnya rekayasa proses fermentasi). Termasuk juga untuk metode uji *in vitro*, *in vivo*, serta uji klinis sesuai dengan ketentuan yang dipersyaratkan oleh BPOM (2016).
- c) Rekayasa teknologi bahan baku ubi kayu untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas mocaf. Perlu dikembangkan varietas dengan produktivitas tinggi dan umbi besar. Rekayasa atau perbaikan sifat tanaman melalui bioteknologi juga diperlukan untuk mendapatkan bibit ubi kayu dengan kandungan fungsional yang lebih baik, seperti kaya beta karoten, kandungan serat, protein, dan besi yang lebih tinggi. Sebagai contoh, Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI berhasil mengembangkan bibit ubi kayu berumbi kuning kaya beta karoten yang diperoleh melalui seleksi genotipe lokal dan varietas unggul nasional, di antaranya varietas Adira-1, genotipe Mentega-1, Mentega-2, Ubi Kuning, ataupun hasil rekayasa *in vitro*, yaitu Carvita 25. Di antara genotipe hasil penelitian tersebut, Adira-1 paling direkomendasikan sebagai bahan baku mocaf kaya beta karoten karena memiliki kandungan pati yang relatif lebih tinggi (Wahyuni, Hartati, Kurniawati, & Fathoni, 2018). Bibit ubi kayu hasil pengembangan Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI tersebut bahkan diketahui mengandung beta karoten 5–16 kali lebih tinggi dibandingkan genotipe asal negara lain di Afrika dan Colombia (Hartati & Sudarmonowati, 2018)
- d) Untuk meningkatkan kinerja fermentasi ubi kayu, rekayasa bioteknologi diperlukan untuk mendapatkan komposisi dan *strain* mikrob fermentasi ubi kayu yang lebih efektif dengan aktivitas amilolitik tinggi serta pengurai antinutrisi (terutama HCN) dalam ubi kayu. Saat ini pemilihan ubi kayu yang digunakan

untuk mocaf dipersyaratkan yang mengandung HCN kurang dari 200 mg. Penelitian untuk mendapatkan jenis ubi kayu dengan kandungan HCN lebih rendah kemungkinan dapat mengurangi waktu fermentasi mikroba sehingga dapat mengurangi waktu proses pembuatan mocaf secara keseluruhan.

- e) Teknologi perekayasaan alat pengering *chips*. Saat ini masih mengandalkan cahaya matahari alami yang keberadaannya tergantung musim. Di lain pihak, matahari, yang mengandung ultraviolet, memiliki keunggulan lain dibandingkan alat pengering dengan pemanas biasa (oven). Biaya proses dan investasi alat juga menjadi pertimbangan, peralatan proses ini tidak dikembangkan lebih jauh. Untuk mengembangkan alat ini perlu mempertimbangkan aspek teknis ekonomi sehingga layak diterapkan. Mesin pengering (*dryer*) yang hemat bahan bakar untuk proses pengeringan ketika musim hujan juga menjadi salah satu teknologi yang bisa diterapkan oleh UMKM seperti yang disampaikan oleh Ariwibowo, Yohana, Yulianto Paramitha, dan Arifan (2012). Konsep pengeringan dengan uap panas lanjut atau *superheated steam drying* (SSD) telah diaplikasikan untuk beberapa bahan yang sensitif terhadap temperatur. Dibanding dengan pengeringan menggunakan udara panas atau *hot-air drying*, pengeringan dengan uap panas lanjut dapat meningkatkan laju pengeringan *chips* mocaf pada periode laju pengeringan konstan, yaitu 1–2 jam dibandingkan pada pengeringan udara panas yang berkisar pada rentang 3–5 jam. Selain itu, pengembangan model pengeringan *chips* mocaf yang cocok diterapkan pada UMKM adalah dengan konsep pengeringan menggunakan alat pengering tipe *dispersion rotary dryer*, karena pengeringan *chips* mocaf jenis ini memberikan toleransi pada *chips* untuk teraduk dan hancur (Ariwibowo, Paramitha, & Sutrisno, 2018).

- f) Riset pengembangan produk olahan, aspek pasar, dan permasalahan keunggulan mocaf kepada calon pengguna.

Dengan demikian, untuk membangun industri mocaf dan olahannya yang berbasis UMKM tidak mudah. Banyak aspek eksternal dan internal UMKM yang perlu dibenahi. Keterlibatan lintas sektoral dalam mendukung tumbuh-kembang industri ini menjadi suatu keharusan, dari penyediaan bahan baku sampai produk dapat diterima dengan baik oleh pengguna akhir. Di sisi lain, peluang bisnis untuk menjawab permintaan pasar akan produk pangan yang mengikuti tren gaya hidup dan kesehatan sangat terbuka luas. Perbaikan dan pengembangan teknologi tepat guna dan tepat sasaran masih sangat diperlukan agar produk yang dihasilkan mampu bersaing dan sekaligus memenuhi kaidah regulasi pangan yang ada.

Daftar Pustaka

- Andri, Y. (2019). Impor gandum bakal naik di tengah harga yang kian mahal. Diakses pada 13 Desember 2019 dari <https://ekonomi.bisnis.com/read/20190124/12/882121/impor-gandum-bakal-naik-di-tengah-harga-yang-kian-mahal>.
- Ariwibowo, D., Paramitha, V., & Sutrisno. (2018). Pengembangan prototipe *dispersion rotary dryer* untuk meningkatkan produktivitas industri mocaf. *Proceeding SNK-PPM* vol 1, 2018, 52–59.
- Ariwibowo, D., Yohana, E., Yulianto, W. E., Paramitha, V., & Arifan, F. (2012). Pemodelan dan Simulasi Proses Pengeringan Chips Mocaf. *Jurnal Metana*, 8(02), 41–47.
- Badan POM RI. (2016). Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor Nomor HK.03.1.23.11.11.09909 Tahun 2011 tentang Pengawasan Klaim dalam Label Dan Iklan Pangan Olahan. Jakarta.
- Helmi, R. L., Jatranignrum, D. A., & Iswanto, I. B. (2013). Kajian pendahuluan potensi pengembangan industri tepung ubi kayu ter-

fermentasi sebagai bahan substitusi tepung terigu dan bahan baku produk pangan. *Prosiding Seminar Nasional Kimia Terapan Bidang Industri Pangan* diselenggarakan oleh LIPI dan HKI di Solo, 23–24 Mei ISSN 2088-9828 42-54.

- Hartati, N. S., & Sudarmonowati, E. (2018). Studi molekular gen-gen terkait beta karoten dan ketahanan terhadap kekeringan pada ubi kayu. Dalam E. Sudarmonowati, N. S. Hartati, A. Fathoni, & Hartati (Eds.), *Biodiversitas, Perakitan Klon Unggul, dan Pemanfaatan Bioresources Ubi Kayu untuk Mendukung Ketahanan Pangan*. Jakarta: LIPI Press.
- Wahyuni, Hartati, Kurniawati, N. S., & Fathoni, A. (2018). Inovasi pengolahan tepung ubi kayu untuk peningkatan kualitas nutrisi. Dalam E. Sudarmonowati, N. S. Hartati, A. Fathoni, & Hartati (Eds.), *Biodiversitas, Perakitan Klon Unggul, dan Pemanfaatan Bioresources Ubi Kayu untuk Mendukung Ketahanan Pangan*. Jakarta: LIPI Press.

Indeks



- Absorpsi, 56
Alergi, 11, 126
Aluminium foil, 28
Amilolitik, 57, 60, 68–9, 76–7, 93, 159
Amilopektin, 32, 36–7, 39, 52, 59
Amilosa, vii, 29, 32, 36–7, 39, 52, 59, 61, 171
Analisis bisnis, 115
Analytical Hierarchy Process (AHP), 146
Antidiabetes, 11
Antihiperglikemik, 11
Antihipertensi, 11
Antikanker, 11
Antinutrien, 54–6, 58, 63–4
Antinutrisi, 53, 56, 71, 159, 174, 180
Antioksidan, 11, 56
Asam sianida, 63, 93, 168
Aset pengetahuan, 113
Asidifikasi, 104
Asosiasi Pengusaha Tepung Terigu Indonesia (Aptindo), 101
Aspartam, 11
Aspergillus fumigates, 28
Aspergillus flavus, 28, 97
Atribut, 47
Autis, 18, 172
Aw, 25, 167
Badan POM, 134, 139, 149, 161
Baking expansion, 36, 38, 51
Bakteri, vii, 9, 28, 32, 34, 36, 51, 57, 59, 60, 62–4, 68, 69, 72–3, 75–6, 79, 83–5, 88, 91, 93–4, 104, 131, 177, 185
Bakteri asam laktat, 9, 28, 32, 34, 36, 51, 57, 63–4, 68, 72, 75–6, 83–4, 88, 91, 93–4, 104, 177
Bakteri asam laktat (BAL), 9, 36, 57, 68, 104
Barrier, 124–5
Besi, 5, 10, 30, 54, 56, 104, 139, 159
Bioavailabilitas, 112
Biokonversi, 58
Biomassa, 61, 80
Bioreactor, 53
Bivariate Pearson, 117, 172
Blender, 36
Cara Produksi Pangan yang Baik (CPPB), 134
Centrifugase, 46
Chips, 18, 23, 25–9, 32, 36, 48, 51–2, 54, 84, 87–8, 93, 110, 148, 160–1
Codex Alimentarius, 135, 172
Corrected item-total corellation, 117
Cronbach's alpha, 118
Crusher, 26, 172

- Degradasi, 29
 Dehidrasi, 25, 40
 Derajat asam, 14
 Derajat putih, 14
 Detoksifikasi, 104
 Diabetes, 11, 54, 171, 173
Dietary fiber, 93, 168, 173
- Enzim, xi, 10, 11, 16, 26, 31–2,
 34, 38, 42, 50, 53, 58, 60–5,
 70–1, 76, 78, 85, 131, 137,
 175, 179
- Fenomena, 40, 179
 Fermentasi, xi, xvi, 9, 15–6, 21,
 23, 25, 28–34, 38, 48–54,
 56–8, 60, 63, 66–74, 76–8,
 82–8, 90–3, 95, 99, 104–5,
 110, 131, 151, 159–60, 169,
 173–4, 177, 180
- Filtrat, 42–4, 46
 Fisikokimia, 29, 45, 53, 56, 66, 98,
 158
 Fitase, 59, 63–4
 Fitat, 56, 58, 63–4, 71, 174
Flavor, 9, 29, 31, 71, 104
 Formulasi, 110
 Fosfor, 5, 10, 54, 104, 138
Functional food sciences in Europe
 (FUFOSE), 103
- Gate*, 107, 108, 179
 Gelasi, 9, 10, 39
 Gelatinisasi, 39, 40
 Glikosida, 32, 55–6, 59, 64–5, 70,
 78, 85, 131, 175–6
 Glukosida sianogenik, 29
 Gluten, 11, 12, 102, 138–9
 Granula, 10, 29, 35, 38, 40, 174
 Gugus metoksi, 11
- Hammer mill, 26, 180
Hazard Analysis and Control Points
 (HACCP), 134
 HCN, vii–ix, 11, 14, 16, 22–3, 25,
 29, 30, 32–3, 45, 55–6, 63–5,
 70–1, 76, 83–5, 87–8, 93,
 104, 130–1, 158–60, 168
- Heksana, 41
 Hidroksikumarin, 11
 Hidrolisis, 10, 178–9
 Higroskopis, 27, 174
- Iklan pangan, 135–6, 149, 161
 Impor, xii, xiv, xv, 1–3, 19, 101–2,
 104, 148, 157, 161
- Imunitas, 11
 Indigenus, 56, 69, 90
 Indikator, 28, 46, 76, 116–8, 120,
 128, 175
- Industri rumah tangga (IRT), 114
 Inefisiensi, 15
Initial screening, 115
 Inkubasi, 78
 Inokulum, xiv, 15–6, 21–2, 25,
 28–33, 36, 48, 57, 67–9,
 70–2, 75–6, 78–84, 86–8, 95,
 110, 115
- Inovasi, xi, xiv, xvi, 17, 50, 101,
 105–6, 108–10, 112–6, 127,
 150, 152, 155, 162
- Item, 118
- Kalsium, 5, 9, 10, 30, 54, 104, 132,
 138–9
 Kapang, 15, 62, 73, 175
 Karbohidrat, 5, 10, 22–3, 44, 54, 86,
 88, 104, 137, 172–3
- Kasein, 11
 Keamanan pangan, 13, 121, 135,
 144

- Kebaruan (*newess*), 109
 Khamir, viii, 32, 57, 63, 69, 72-3, 75-7, 79, 80-3, 93, 185
 Klaim kesehatan, x, 114, 136-7, 148, 159
 Koefisien regresi, 35, 176
 Kolesterol, 102, 104, 132, 138
 Komersialisasi, 112, 179
 Kompetitor, 106
 Komposisi, ix, 5, 22, 54, 75, 110, 128
 Konsumen , 10, 106, 108, 112-3, 115-6, 118, 121-4, 126-8, 130-6, 139, 142, 147, 155, 157, 178
 Konsumsi, 2, 4, 55, 116, 138
 Kontaminan, 25, 57
 Korelasi, 35, 117, 125, 172, 177
 Kuesioner, 116-8, 120, 128, 172, 175, 177
 Kukis, 13
 Kultur campuran, 72, 75, 81
 Kultur tunggal , 75-6, 78-80, 84, 86

 Label, 134-7, 139, 149, 161
 Lactobacillus casei, 28, 49, 73, 92
 Lactobacillus plantarum, vii, 18, 21, 30, 49, 50, 72-4, 76, 79, 84, 91-2, 94-5, 99, 131, 150, 172, 186
 Lini produk baru (*new product line*), 109
 LPG, 35, 168

 Makronutrien, 54
 Matriks pangan, 112
 Mikotoksin, 57, 58
 Mikrob, xi, 10, 14, 16, 23, 25, 28-9, 31-2, 34, 49, 53-4, 57-8, 60, 63, 66-9, 71-2, 75-6, 84-6, 110, 131, 159, 160, 172-3, 175-7, 185
 Mikronutrien, 54
 Mocaf, 1, 8, 9, 11-21, 23-4, 27-33, 35-6, 38-41, 45-53, 69, 71-2, 75-6, 78, 81-2, 84, 86-95, 97-9, 101, 104-5, 108-12, 114-6, 122-3, 127-31, 133, 136-7, 139-41, 144-52, 155-61, 169
 Model eksplanatori, 177
 Modifikasi, 38, 49, 52, 80, 92, 93
 Monosodium glutamat, 11

 Nutrisi, xvi, 17, 33, 53-4, 102, 116-8, 121-3, 134, 136, 139, 159, 162

 Oksitosin, 178
 Opioid, 11
Overclaims, 135
Overengineered, 113

 Pangan fungsional, xii, xv, 17, 52, 54, 94, 101-3, 105, 112, 115-6, 123, 125-7, 131-6, 150, 183, 186
 Pati, 5, 7, 10, 24, 29, 30, 32, 35-6, 38-40, 44, 47, 50, 54, 56, 58-61, 65-6, 76, 78, 86-8, 93, 98, 104, 159, 171, 174
Pearson Product Moment, 117, 172
 Pektinolitik, 10, 62
 Pemasok, 106, 141-2, 147, 157
 Penerimaan pasar, xiii, xiv, 101, 112, 126-7, 147, 157
 Pengemasan, 15-6, 23, 27, 110-1, 142
 Pengembangan produk baru (*new*

- product development*), 105
- Pengeringan, viii, 15, 21, 23, 25–6, 29, 34–8, 40, 42, 46, 48, 50–2, 66, 67, 71, 80–2, 85, 110, 111, 160–1
- Penicillium *feniculosum*, 28
- Persepsi, x, 115, 118
- pH, 22, 31, 35–6, 42, 69, 71, 78, 83, 87, 176
- Polar, 29
- Polietilen, 28
- Populasi, 11, 67, 80, 121, 176, 180
- Prediktor, 123
- Preferensi konsumen, 116
- Preliminary assessment*, 114
- Probiotik, 72, 80, 91, 132
- Produk baru, 13, 17, 101, 105, 106, 107, 108, 109, 112, 113, 114, 127, 150, 179
- Proteolitik, 29
- Psikiatri, 11
- R&D, 107–8
- Randomized controlled trials* (RCT), 139
- Rasa, 9, 10, 13, 56, 71, 86, 116, 121, 126–32, 134, 136
- Rehidrasi, 9, 10, 39, 40
- Rekayasa teknologi, 159
- Rendemen, 28, 87, 89, 105
- Responden, 116–7, 120–1, 123, 125–6, 128, 130–1
- Rhizopus orizae*, 18, 32–4, 50, 89, 99
- Rotary dryer*, 36, 38
- Sacharomyces cerevisiae*, 31, 73, 74, 77, 99
- Sakarifikasi, 77
- SDF, 42–4, 169
- Selulolitik, 10, 32, 57, 60, 74
- Sensorik, 86, 116–7, 119, 128, 180
- Serat kasar, 14, 22
- Sereal, 132
- Sertifikasi, 134, 145
- Sianida, 55–6, 58, 63–5, 71, 83–5, 87, 91, 93, 158, 168, 174
- Sianogenik, 29, 55–6, 64–5, 70, 78, 85, 131, 175–6
- Signifikansi, 117, 129, 130
- Sikap (*attitude*), 123
- Siklus produk, 113
- Sineresis, 35–6, 39–40, 179
- Sintesis prioritas, 146
- Sistem rantai pasokan, 147
- Skala likert, 120
- Skala pilot, 112, 115
- Skopoletin, 11, 12, 13, 20
- Slicer, 25
- SNI 7622 2011, ix, 14, 16, 39
- Solubility, 28, 29, 45, 46, 50
- Sosiodemografi, 117
- Spray dryer*, 75, 80
- SPSS, 118, 15
- Standardisasi, 13, 17, 49, 167
- Start up*, 115
- State gate system*, 179
- Substitusi, xv, xvi, 1, 4, 15, 19, 52, 109, 111, 114, 127–8, 130–1, 142, 150, 155, 162
- Substrat, 16, 50, 53–4, 57–8, 63, 71, 77, 88, 169
- Survei pasar, 112
- Swelling power, 29, 35–6, 38–9, 46, 50
- Teknologi, iv, xiv, 19–0, 49–52, 90, 92, 95, 99, 148, 150–2, 158–60, 183–6

- Tekstur, x, 13, 24, 39, 87, 119,
 127–31, 134, 136
 Tepung singkong, 4, 50, 51, 92, 104
 Tepung tapioka, 4, 9, 19, 46, 80–1,
 104–5, 111, 123, 151
 Tepung terigu, xii, xv, xvi, 1–4, 8–9,
 13, 15, 17, 19, 22, 39, 50–1,
 69, 102, 104–5, 109, 111,
 114, 123, 127–31, 139, 148,
 150, 155–6, 162, 174
 Termotoleran, 77
 Toksik, 23
 Toksisitas, 9, 63

 Ubi kayu, xiii, xvi, 1, 4–10, 12,
 15–7, 19, 21–5, 28–32, 34,
 36, 38, 40, 48–9, 51–64,
 66–74, 76–8, 82–5, 87–90,
 92–4, 99, 104, 110, 130–1,
 138, 145, 148, 150, 152,
 156–7, 159–62, 174–7, 180
 Uji *in vitro*, 159

 Uji *in vivo*, 159
 Uji klinis, 112, 159
 Uji pasar, xii
 Uji reliabilitas, 118, 120
 Uji validitas, 180
 Umbeliferon, 11
Unique selling point, 104
 Usaha Mikro Kecil dan Menengah
 (UMKM), 8, 15–7, 101, 105,
 114, 133, 139, 140–1, 144–7,
 149–50, 155, 157–8, 160–1,
 169
 UV, 38

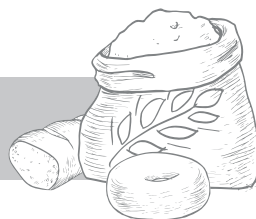
 Validitas, 117
 Viskositas, 9, 10, 21, 39, 40, 104,
 181
 Volatil, 29, 31

 Waralaba, 113

 Yoghurt, 30, 72, 74, 132

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Daftar Singkatan



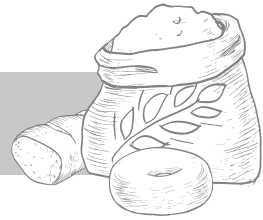
AHP	: <i>Analytical Hierarchy Proces</i>
APM	: Angka Paling Mungkin
Aptindo	: Asosiasi PengusahaanTepung Terigu Indonesia
As	: arsen
ATCC	: <i>American Type Culture Collection</i>
Aw	: <i>water activity</i>
BAL	: Bakteri Asam Laktat
b/b	: berat per berat
BPOM	: Badan Pengawas Obat dan Makanan
BSN	: Badan Standardisasi Nasional
Cd	: Cadn ium
<i>Cfu/g</i>	: <i>Colony forming unit</i> per gram
CPPB	: Cara Produksi Pangan yang Baik
CPPB-IRT	: Cara Produksi Pangan yang Baik untuk Industri Rumah Tangga
CYB	: <i>Chloramphenicol Yeast Brorth</i>
DI	: Daerah Istimewa
DPP - IV	: Dipeptildilpeptidase IV
FUFOSE	: <i>Functional Food Science in Europe</i>
FNCC	: <i>Food and Nutrition Culture Collection</i>
GMP	: <i>Good Manufacturing Practice</i>
g	: gram
HACCP	: <i>Hazard Analysis and Control Points</i>

HCN	: <i>Hydrogen Cyanide</i> (asam sianida)
Hg	: <i>Hydrargyrum</i> (air raksa)
IDF	: <i>insoluble dietary fiber</i> / serat pangan tak larut air
InaCC	: <i>Indonesian Culture Collection</i>
IRR	: <i>Internal Rate of Return</i>
IRT	: Industri Rumah Tangga
JECFA	: <i>Joint Expert Codex Food Additive</i>
kal.	: kalori
Kkal	: kilokalori
Kap	: kapita
kg	: kilogram
LPG	: <i>Liquid Petroleum Gas</i>
maks	: maksimal
MEB	: <i>Malt Extract Broth</i>
mg	: milligram
min	: minimal
mm	: milimeter
Mocaf	: <i>Modified cassava flour</i>
MRS	: <i>De Man Rogosa Sharpe</i>
N	: nitrogen
NaoH	: <i>Natrium hidroksida</i>
NPV	: <i>Net Present Value</i>
OAC	: <i>Oil AbsorptionCapacity</i> /daya serap minyak
Pb	: Plumbum (Timbal)
POS	: Prosedur Operasi Standar
ppm	: <i>part per million</i> /satu per sejuta bagian
Pusdatin	: Pusat Data dan Informasi
RCT	: <i>Randomized Controlled Trials</i>
RKJM	: Rencana Kerja Jaminan Mutu

SDF	: <i>Solublbe Dietary Fiber</i> (serat pangan larut air)
SSF	: <i>Solid State Fermentation</i> (fermentasi substrat padat)
SNI 7622-2011	: Standar Nasional Indonesia untuk tepung mocaf
Sn	: <i>Stannum</i> (Timah)
SO ₂	: <i>Sulfur Dioksida</i>
SSD	: <i>Superheated Steam Drying</i>
TAN	: <i>Tropical Ataxic Neurophaty</i>
UKM	: Usaha Kecil dan Menengah
UMKM	: Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah
UV	: Ultraviolet
USDA	: <i>United States Department of Agriculture</i>
WHC	: <i>Water Holding Capacity</i>
WHO	: <i>World Health Organization</i>
YGB	: <i>Yeast Glucose Broth</i>

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Daftar Istilah



<i>Aluminium Foil</i>	:	Lembaran logam aluminium tipis yang umumnya dipakai untuk membungkus berbagai macam makanan.
Alergi	:	Kadaan sangat peka terhadap penyebab tertentu (zat, makanan, serbuk, keadaan udara, asap, dan sebagainya) yang dalam kadar tertentu tidak membahayakan untuk sebagian besar orang.
Amilase	:	Enzim yang memecah pati (amilum) menjadi glukosa.
Amilopektin	:	Molekul berukuran besar dan mudah ditemukan karena menjadi satu dari dua senyawa penyusun pati, bersama-sama dengan amilosa.
Antidiabetes	:	Obat/zat untuk mengatasi diabetes.
Antihiperglikemik	:	Obat/zat untuk mengatasi tingginya kadar gula pada darah.
Antihipertensi	:	Obat/zat untuk mengatasi tekanan darah tinggi.
Antioksidan	:	Zat yang berfungsi melindungi tubuh dari serangan radikal bebas.
Aspartam	:	Pemanis buatan yang terbuat dari gabungan dua asam amino, yaitu asam aspartat dan fenilalanin. Zat ini umum digunakan untuk menggantikan peran gula pada makanan dan minuman.
<i>Analytical Hierarchy Process (Ahp)</i>	:	Metode untuk memecahkan suatu situasi yang kompleks tidak terstruktur ke dalam beberapa komponen dalam susunan yang hierarki, dengan memberi nilai subjektif tentang pentingnya setiap variabel secara relatif, dan menetapkan variabel mana yang memiliki prioritas paling tinggi guna memengaruhi hasil pada situasi tersebut.

Autis	: Gangguan perkembangan otak yang memengaruhi kemampuan penderita dalam berkomunikasi dan berinteraksi dengan orang lain.
<i>Baking Expansion</i>	: Derajat pengembangan tepung yang dipengaruhi oleh kadar protein tepung.
Bakteri Asam Laktat	: Bakteri gram positif yang tidak membentuk spora, dapat memfermentasi karbohidrat dengan menghasilkan asam laktat, misalnya <i>Lactobacillus plantarum</i> .
Biokonversi	: Konversi bahan organik menjadi produk lain yang dilakukan oleh agen biologis seperti mikroba.
<i>Bivariate Pearson (Korelasi Pearson Product Moment)</i>	: Satu metode statistik untuk menguji konsistensi alat ukur/instrumen kuesioner melalui nilai korelasi antar <i>item</i> .
<i>Chips</i>	: Potongan/iris tipis dari bahan baku pada suatu proses olahan pangan.
<i>Codex Alimentarius</i>	: Referensi internasional untuk penyelesaian perselisihan mengenai keamanan pangan dan perlindungan pelanggan.
<i>Corrected Item-Total Correlation</i>	: Suatu pengujian secara statistik korelasi untuk melihat apakah terdapat inkonsistensi pada <i>item-item</i> pertanyaan dalam instrumen pengujian/alat ukur. Item-item yang inkonsisten tersebut harus dibuang/dihapus.
<i>Crusher</i>	: Mesin yang dirancang dan dibangun untuk mengurangi ukuran suatu benda (atau batuan) dari berukuran besar menjadi ukuran lebih kecil.
<i>Crushing Roll</i>	: Cara penggilingan dengan alat <i>roll crusher</i> , yaitu tipe <i>crusher</i> dengan sistem gilas <i>rotary</i> dengan kecepatan (rpm) yang relatif lebih rendah dari <i>impact crusher</i> , yaitu sekitar 300 rpm dan memiliki kapasitas produksi yang jauh lebih besar. <i>Roll crusher</i> hanya akan menghancurkan materi ke ukuran partikel minimum sekitar 10 mesh (2 mm).
Daya Cerna	: Kemampuan mencerna makanan menjadi partikel yang diserap oleh saluran pencernaan; jumlah atau persentase zat makanan yang terkandung dalam bahan makanan, yang setelah dicerna tidak terbuang menjadi kotoran.

Daya Rehidrasi	: Kemampuan bahan baku atau adonan makanan (contoh: terigu) untuk menyerap air.
Dehidrasi	: Kondisi ketika terjadi kekurangan kandungan air pada tubuh secara keseluruhan yang disertai gangguan proses metabolisme tubuh.
Derajat Putih	: Tingkat keputihan yang dimiliki bahan dibandingkan barium sulfat (BaSO_4).
Diabetes	: Penyakit yang ditandai dengan sekresi dan ekskresi urine dalam jumlah yang banyak, terutama diabetes melitus. Disebut juga penyakit kencing manis atau penyakit gula.
<i>Disc Attrition Mill</i>	: Mesin penepung untuk bahan-bahan yang memiliki partikel padat yang lebih lunak, yang mempunyai piring-piring yang biasanya terbuat dari baja, piring-piring (<i>circular disc</i>) dengan posisi sumbu horizontal atau vertikal.
<i>Disc Mill</i>	: Mesin penepung dengan cara menggiling bahan kering menjadi tepung
<i>Dietary Fiber</i>	: Disebut juga serat pangan, serat diet, atau <i>dietary fiber</i> , merupakan bagian dari tumbuhan yang dapat dikonsumsi dan tersusun dari karbohidrat yang memiliki sifat resistan terhadap proses pencernaan dan penyerapan di usus halus manusia serta mengalami fermentasi sebagian atau keseluruhan di usus besar. Serat pangan mencakup polisakarida, oligosakarida, lignin, serta substansi lain yang berhubungan dengan tumbuhan.
Enzim	: Molekul protein yang kompleks yang dihasilkan oleh sel hidup dan bekerja sebagai katalisator dalam berbagai proses kimia di dalam tubuh makhluk hidup.
Fermentasi	: Proses peragian, penguraian senyawa organik oleh mikroba yang menghasilkan energi, pada umumnya berlangsung dengan kondisi anaerobik. Proses fermentasi memanfaatkan kemampuan mikroba untuk menghasilkan metabolit primer dan metabolit sekunder dalam suatu lingkungan yang dikendalikan.

Fitat	: Senyawa inositol polifosfat, yang merupakan antinutrisi pada ubi kayu yang dapat mengikat mineral penting dalam tubuh.
Fitase	: Enzim kelompok fosfatase yang dapat memutus ikatan gugus ortofosfat pada rantai inositol senyawa fitat.
<i>Flavor</i>	: Aroma.
Fortikasi	: Penambahan zat gizi mikro pada salah satu atau beberapa bahan pangan dengan tujuan meningkatkan nilai gizi bahan pangan.
Gelasi	: Proses pembentukan gel.
Gelatinisasi	: Merupakan peristiwa/proses kimia ketika granula pati membengkak saat mengalami pemanasan dalam air.
Glikosida Sianogenik	: Senyawa hidrokarbon yang terikat dengan gugus CN.
Gluten	: Salah satu jenis protein yang biasanya terkandung di dalam tepung terigu.
Granula	: Butiran kecil dan halus yang terdapat dalam sel.
<i>Grinder</i>	: Mesin penggiling.
Hcn	: Asam sianida, senyawa kimia yang mengandung gugus siano dengan atom karbon terikat tiga ke atom nitrogen, merupakan senyawa berbahaya yang bersifat racun.
Hidrolisis	: Pemecahan senyawa kimia melalui penambahan air.
Higroskopis	: Sifat zat yang mempunyai kemampuan menyerap molekul air yang baik. Contoh zat-zat higroskopis adalah madu, gliserin, etanol.
Heterofermentatif	: Proses fermentasi yang produk akhirnya tidak hanya berupa asam laktat, tetapi juga etanol dan asam organik lainnya.
Homofermentatif	: Proses fermentasi yang produk akhirnya hanya menghasilkan asam laktat.
<i>Internal Rate Of Return (Irr)</i>	: Indikator tingkat efisiensi dari suatu investasi. Suatu proyek/investasi dapat dilakukan apabila laju pengembaliannya (<i>rate of return</i>) lebih besar daripada laju pengembalian apabila melakukan investasi di tempat lain (bunga deposito bank, reksa dana, dan lain-lain).

Inovasi	: Kegiatan untuk menambah nilai baru dari produk/ layanan yang sudah ada sebelumnya atau yang belum ada sebelumnya.
Item	: Pertanyaan dalam suatu alat ukur/instrumen kuesioner yang menjabarkan suatu dimensi, indikator dan/atau perilaku tertentu yang akan diukur.
Inokulum	: Mikroorganisme yang diinokulasikan ke dalam sebuah medium/ inang, di mana mikroorganisme tersebut masih dalam keadaan hidup atau masih berada pada fase pertumbuhan yang sehat.
Imunitas	: Kekebalan, keadaan tumbuhan inang yang bebas dari serangan dan kerusakan yang disebabkan oleh penyakit (parasit).
Isolat	: Satu organisme tunggal dari kelompok mikrob hasil pemurnian
Linamarin	: Salah satu senyawa glikosida sianogenik pada ubi kayu, senyawa glukosida aseton sianohidrin.
Karboksil	: Gugus gabungan dari gugus karbonil dan hidroksil. Gugus ini terdiri dari dua atom oksigen, 1 atom karbon, dan 1 atom hidrogen, -COOH. Gugus karboksil ini terikat pada suatu gugus alkil (alkana yang kehilangan satu atom H).
Kasein	: Protein susu yang mencakup 80 persen dari protein total susu.
Kapang	: Mikrob eukariotik yang merupakan kelompok <i>fungi</i> (jamur) yang memiliki hifa. Dalam bahasa Inggris disebut <i>mold</i> .
Kemampuan Gelasi	: Suatu tingkat kemampuan dalam proses pembentukan gel. Protein dapat membentuk gel dengan adanya asam, aktivitas enzim, pemanasan dan penyimpanan. Gel tersebut merupakan jaringan protein, yang terbentuk dari interaksi antar protein.
Khamir	: Mikrob eukariotik uniseluler yang merupakan kelompok <i>fungi</i> (jamur) berukuran 3–4 μm , misalnya <i>Saccharomyces cerevisiae</i> . Dalam bahasa Inggris disebut <i>yeast</i> .

Koefisien Regresi (R^2)	: Kontribusi besarnya perubahan nilai variabel bebas, makin besar nilai koefisien regresi maka kontribusi perubahan makin besar, demikian pula sebaliknya akan makin kecil.
Kontaminasi	: Atau pengotoran, merupakan pencemaran mikrob yang tidak diharapkan dari lingkungan.
Klaim	: Pernyataan produsen/pemilik produk terkait dengan manfaat, fungsi, dan efikasi suatu bahan tertentu dalam suatu, yang perlu diuji kebenaran secara ilmiah. Dalam konteks bahan pangan, klaim dapat berupa klaim gizi dan kesehatan.
Klaster Industri	: Kumpulan/kelompok bisnis dan industri yang terkait melalui suatu rantai produk umum, ketergantungan atas keterampilan tenaga kerja yang serupa, atau penggunaan teknologi yang serupa atau saling komplementer.
Kretinisme	: Hipotiroidisme berat pada anak-anak yang terjadi sejak lahir karena kekurangan yodium.
Konzo	: Penyakit lumpuh (epidemi) yang terjadi di antara populasi pedesaan yang dilanda kelaparan di Afrika, di mana makanan didominasi oleh ubi kayu yang diproses secara tidak tepat.
Larutan Buffer	: Atau larutan penyangga adalah larutan yang dapat menjaga (mempertahankan) pH-nya, baik dengan cara penambahan asam, basa, maupun pengenceran oleh air.
Lotaustralin	: Salah satu senyawa glikosida sianogenik pada ubi kayu, senyawa glukosida metil etil keton sianohidrin.
Makronutrien	: Zat kimiawi yang dibutuhkan dalam jumlah besar oleh tumbuhan untuk pertumbuhan dan perkembangan normal.
Manual	: Dilakukan dengan tangan, tanpa bantuan peralatan mekanis. Arti lain manual adalah buku petunjuk praktis tentang suatu jenis pekerjaan atau tentang cara kerja suatu alat atau peranti tertentu.
Medium	: Bahan yang digunakan untuk pertumbuhan mikrob.
Metabolisme	: Proses pertukaran zat pada organisme yang melalui proses biokimia.

Mikrob	: Organisme bersel tunggal yang sangat kecil berukuran mikron .
Mikronutrien	: unsur renik dan senyawa yang hanya dibutuhkan oleh makhluk hidup dalam jumlah yang sangat sedikit.
<i>Mix Culture</i>	: Inokulum yang berisi lebih dari satu jenis mikrob.
Mocaf	: Atau <i>modified cassava flour</i> , tepung yang terbuat dari ubi kayu dengan proses fermentasi menggunakan bakteri asam laktat.
Model Eksplanatori	: Model yang diperoleh dari penelitian yang bertujuan menguji suatu teori atau hipotesis guna memperkuat atau bahkan menolak teori atau hipotesis hasil penelitian yang sudah ada sebelumnya. Penelitian eksploratori bersifat mendasar dan bertujuan untuk memperoleh keterangan, informasi, data mengenai hal-hal yang belum diketahui.
<i>Monosodium Glutamate</i>	: Garam natrium dari asam glutamat yang merupakan salah satu asam amino non-esensial paling berlimpah yang terbentuk secara alami.
Morfologi	: Cabang ilmu biologi yang mempelajari bentuk atau fisik makhluk hidup.
<i>Mono Culture</i>	: Inokulum yang hanya mengandung satu jenis mikrob.
<i>Muffle Furnace</i>	: Tungku yang bahan subjek dan semua produk pembakarannya, termasuk gas dan abu, terisolasi dari bahan bakar.
<i>Net Present Value (Npv)</i>	: Selisih antara nilai sekarang dari arus kas yang masuk dan nilai sekarang dari arus kas yang keluar pada periode waktu tertentu.
Mesh	: Ukuran dari jumlah lubang suatu jaring atau kasa pada luasan 1 inci persegi jaring/kasa yang bisa dilalui oleh material padat. <i>Mesh</i> 20 memiliki arti terdapat 20 lubang pada bidang jaring/kasa seluas 1 inci.
Nilai <i>Cronbach's Alpha</i>	: Metode statistik untuk mengukur konsistensi internal yang melihat korelasi antar- <i>item</i> dalam grup. Nilai ini merupakan skala nilai reliabilitas suatu alat ukur/instrumen kuesioner.

Opioid	: Obat ang mengandung opium, dihasilkan di dalam otak secara alami.
Oksitosin	: Neuropeptida yang bertindak sebagai hormon dan senyawa organik pengirim sinyal di dalam otak.
<i>Overclaim</i>	: Klaim yang berlebihan terkait manfaat, fungsi, dan efikasi suatu produk tertentu (pangan atau produk kesehatan) yang belum didukung oleh pengujian klinis pendukung.
Pangan Fungsional	: Bahan pangan yang mengandung satu atau lebih bahan fungsional yang memiliki efek kesehatan bagi satu atau lebih fungsi tubuh.
Ph	: Derajat keasaman suatu senyawa atau bahan.
Peptida	: Molekul yang terbentuk dari dua atau lebih asam amino.
Pektinolitik	: Enzim pektinase yang memecah pektin.
Polietilen	: Polimer yang terdiri atas rantai panjang monomer etilena.
Polifenol	: Senyawa yang merupakan gabungan dari gugus gugus fenol pada tumbuhan.
Preferensi Konsumen	: Kecenderungan perilaku konsumen untuk memilih suatu produk atau layanan tertentu dibandingkan produk/layanan lainnya.
Proteinase	: Enzim golongan hidrolase yang akan memecah protein menjadi molekul yang lebih sederhana, seperti menjadi oligopeptida pendek atau asam amino, dengan reaksi hidrolisis pada ikatan peptida.
Psikiatri	: Cabang ilmu kedokteran yang mempelajari aspek kesehatan jiwa serta pengaruhnya timbal balik terdapat fungsi-fungsi fisiologis organobiologis tubuh manusia.
Pektinolitik	: Bakteri yang memiliki kemampuan mendegradasi pektin
Rendemen	: Jumlah produk akhir dari rangkaian proses yang diperoleh dari suatu satuan jumlah bahan baku.
Retrogradasi	: Suatu perubahan yang terjadi selama proses pemanasan suspensi menjadi mikrokristal dan mengendap.

<i>Rotary Dryer</i>	: Salah satu jenis mesin pengering yang secara khusus digunakan untuk mengeringkan aneka bahan padatan biasanya berbentuk tepung atau granul/butiran. Bahan padatan dimasukkan dari ujung <i>inlet</i> melalui <i>screw conveyor</i> dan dikeringkan sepanjang tabung/drum yang berputar.
Selulase	: Enzim yang memecah hidrolisis ikatan β -1,4-glikosidik pada molekul selulosa menjadi glukosa.
Sentra Industri	: Suatu kawasan/wilayah yang di dalamnya terdapat pengelompokan industri-industri yang sejenis atau memiliki kaitan erat di antara industri tersebut.
Serat Kasar	: Komponen sisa hasil hidrolisis suatu bahan pangan dengan asam kuat selanjutnya dihidrolisis dengan basa kuat sehingga terjadi kehilangan selulosa sekitar 50% dan hemiselulosa 85%.
Skopoletin	: Senyawa turunan kumarin.
Sianida	: Senyawa kimia yang mengandung gugus CN, dengan atom C memiliki tiga ikatan dengan N.
Sineresis	: Keluarnya sejumlah kecil cairan dari dalam gel karena adanya kontraksi. Contoh dari sineresis adalah keluarnya cairan (air) dari tahu setelah beberapa jam/hari disimpan dalam lemari es.
Skala Likert	: Skala psikometrik yang digunakan untuk mengukur persepsi, sikap atau pendapat seseorang atau kelompok mengenai sebuah peristiwa atau fenomena sosial berdasarkan pada definisi operasional yang telah ditetapkan oleh peneliti.
Substrat	: Senyawa yang mengalami perubahan oleh hasil kerja enzim; zat yang diubah oleh enzim.
<i>Solubility</i>	: Disebut juga kelarutan adalah suatu zat dalam suatu pelarut menyatakan jumlah maksimum suatu zat yang dapat larut dalam suatu pelarut.
Sortasi	: Proses pemilihan dan pemisahan bahan baku/produk sesuai dengan kategori jenis mutu berdasarkan pada sifat-sifat fisik bahan.
<i>State Gate System</i>	: Salah satu metode/sistem yang dikembangkan oleh Robert J. Cooper untuk proses pengembangan produk baru, mulai dari tahap ide sampai tahap komersialisasi, yang melibatkan lintas fungsi dalam organisasi/perusahaan dan terdiri dari elemen gerbang (<i>gate</i>) dan tahap (<i>state</i>).

<i>Starter</i>	: Bahan tambahan yang digunakan pada tahap awal proses fermentasi. Syarat <i>starter</i> fermentasi adalah murni, unggul, stabil dan bukan patogen.
<i>Swelling Power</i>	: Disebut juga daya pembengkakan, adalah kekuatan tepung untuk mengembang, yang dipengaruhi oleh faktor-faktor, antara lain, seperti amilosa, amilopektin, dan suhu.
Tanin	: Senyawa antinutrisi polifenol pada tanaman seperti ubi kayu yang dapat bereaksi dan menggumpalkan protein.
Uji Beda Anova	: Singkatan dari <i>analysis of variance</i> . Merupakan sebuah analisis statistik yang menguji perbedaan rerata antar-grup atau kelompok perlakuan.
Uji Organoleptik	: Pengujian atau evaluasi sensori terhadap bahan pangan yang didasarkan pada penggunaan kombinasi dari organ sensorik (melihat, merasakan, dan mencium).
Uji Reliabilitas	: Pengujian untuk melihat konsistensi suatu alat ukur/instrumen, untuk menghasilkan skor yang ajeg, relatif tidak berubah walaupun diujikan pada situasi yang berbeda-beda.
Uji Validitas	: Pengujian alat ukur/instrumen dalam memperoleh bukti kuantitatif dan objektif untuk mendukung bahwa suatu alat ukur benar-benar mengukur apa yang seharusnya diukur.
<i>Ultra-Fine Grinder</i>	: Alat yang digunakan untuk mereduksi partikel dengan ukuran lebih kecil dari ¼ inci, sedangkan produknya berukuran 1–50 µm. Contoh alat yang termasuk dalam <i>ultra fine grinder</i> adalah <i>hammer mill</i> dengan <i>internal dissification</i> , <i>fluid energy mill</i> , <i>agitated mill</i> .
Varietas	: Sekelompok tanaman dari suatu jenis atau spesies yang ditandai oleh bentuk dan pertumbuhan tanaman, daun, bunga, buah, biji, dan ekspresi karakter atau kombinasi genotipe yang dapat membedakan dengan jenis atau spesies yang sama oleh sekurang-kurangnya satu sifat yang menentukan dan apabila diperbanyak tidak mengalami pertumbuhan. Secara botani, varietas adalah suatu populasi tanaman dalam satu spesies yang menunjukkan ciri berbeda yang jelas, dan varietas adalah suatu peringkat <u>taksonomi</u> sekunder di bawah spesies.

Viskositas	: Ukuran yang menggambarkan daya tahan dari aliran yang diberikan terhadap suatu cairan. Definisi lain dari viskositas adalah ukuran yang menyatakan kekentalan dari suatu cairan atau fluida.
Visual	: Ciri-ciri fisik yang dapat dilihat dengan indra penglihatan (mata).
<i>Water Holding Capacity</i>	: Kemampuan bahan untuk menahan airnya atau air yang ditambahkan selama ada pengaruh kekuatan, misalnya melalui pemotongan daging, pemanasan, penggilingan, dan tekanan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Biografi Singkat Penulis



Rahmi Lestari Helmi, lahir di Tanjung Pandan-Belitung, 24 April 1969, adalah peneliti bidang manajemen dan bisnis di Pusat Penelitian Kebijakan dan Manajemen Ilmu Pengetahuan, Teknologi, dan Inovasi LIPI. Menyelesaikan pendidikan S-1 Biologi dari Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung dan pendidikan S-2 Psikologi Terapan Peminatan Human Capital

dan Knowledge Management, Universitas Indonesia. Sebagian besar fokus penelitian dan publikasi ilmiah nasional/internasional mendukung sektor pangan/pangan fungsional, baik dalam bentuk jurnal maupun prosiding, serta kontributor dalam artikel bunga rampai. Artikel “Tantangan Industri Pangan Fungsional” dan “Mengelola Inovasi Bidang Pangan Fungsional” sudah diterbitkan dalam bunga rampai *Peluang Adopsi Inovasi Berbasis Data Paten di Bidang Pangan Fungsional* terbitan LIPI Press tahun 2015. Korespondensi dengan Rahmi Lestari Helmi dapat melalui *e-mail* lestari.rahmi349@gmail.com.



Yuniar Khasanah, lahir di Klaten, 9 Desember 1980, adalah peneliti bidang teknologi pangan di Balai Penelitian Teknologi Bahan Alam LIPI. Menyelesaikan pendidikan S-1 Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian dari Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, serta pendidikan S-2 Ilmu dan Teknologi Pangan, Universitas Gadjah Mada,

Yogyakarta. Aktif menulis publikasi ilmiah di berbagai jurnal dan prosiding, beberapa di antaranya “Isolation Oligosaccharides from gembili (*Dioscorea esculenta* Lour. Burkill) as Prebiotics” dalam *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (2019); “Pengaruh Waktu Penyimpanan terhadap Karakteristik Makanan Tradisional ‘Jenang Saban’” dalam *Jurnal Penelitian Teknologi Industri* (2017); dan “In Vivo Study on Albumin and Total Protein in White Rat (*Rattus norvegicus*) after Feeding of Enteral Formula from Tempe and Local Food” dalam *Procedia Food Science* (2015). Komunikasi dengan Yuniar Khasanah bisa melalui *e-mail* yuniar.khasanah@gmail.com.



Ema Damayanti, lahir di Cilacap, 19 Desember 1980 adalah peneliti Mikrobiologi di Balai Penelitian Teknologi Bahan Alam LIPI. Menyelesaikan pendidikan S-1 dari Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto; dan pendidikan S-2 di Pusat Studi Bioteknologi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta; serta tengah

menempuh pendidikan S-3 di tempat yang sama. Terlibat dalam kegiatan penelitian isolasi, identifikasi, dan pemanfaatan mikrob, khususnya bakteri serta khamir dalam bidang pangan dan pakan ternak. Aktif menulis publikasi ilmiah di berbagai jurnal dan prosiding, di antaranya “Phytate Degrading Activities of Lactic Acid Bacteria Isolated from Traditional Fermented Food” dalam *AIP Conference Proceedings* (2017) serta tercatat sebagai inventor dalam 20 paten Indonesia, baik yang masih terdaftar maupun *granted*. Saat ini aktif dalam kegiatan penelitian yang fokus pada isolasi, uji aktivitas, dan karakterisasi metabolit aktif yang dihasilkan dari bakteri sebagai riset disertasinya. Korespondensi dengan Ema Damayanti melalui *e-mail* emadamayanti80@gmail.com.



Muhamad Kurniadi, lahir di Majalengka, 15 Maret 1957, adalah peneliti teknologi pangan di Balai Penelitian Teknologi Bahan Alam LIPI. Menyelesaikan pendidikan S-1 Teknologi Pangan dari Universitas Pasundan, Bandung; dan pendidikan S-2 Teknologi Agroindustri, Universitas Lampung. Aktif menulis publikasi ilmiah di berbagai jurnal dan prosiding, di antara-

nya “Karakteristik Cookies dari Campuran Tepung Ubi Kayu Termomodifikasi (Mocaf), Tempe, Telur, Kacang Hijau, dan Ikan Lele” dalam *Jurnal Dinamika Penelitian Industri* (2019); “Formulation and Shelf Life Prediction of Cookies From Modified Cassava Flour (Mocaf) In Flexible Packaging” dalam *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (2019); “Proses Termal dan Penggunaan Umur Simpan Nasi Goreng dalam Kemasan Retort Pouch” dalam

Jurnal Riset Teknologi Industri (2019); dan “The Effect of Fermentation Duration and Starter Concentration on Physicochemical Properties of Modified Sorghum Flour by *Lactobacillus plantarum* FNCC 0027” dalam jurnal *Food Research* (2019). Saat ini masih aktif melakukan penelitian pangan fungsional berbasis umbi-umbian dan kacang-kacangan serta pengolahan buah-buahan. Muhamad Kurniadi dapat dihubungi melalui *e-mail* hm_kur@yahoo.com dan kurniadi2016@gmail.com.



Dhevi Enlivena Irene Restia Mahelingga, lahir di Surakarta, 1 Desember 1988, adalah editor di UPT Balai Media dan Reproduksi LIPI (LIPI Press). Menyelesaikan pendidikan S-1 Desain Komunikasi Visual dari Universitas Negeri Malang dan pendidikan S-2 Pengkajian Seni dari Institut Seni Indonesia, Surakarta. Komunikasi dengan Dhevi Enlivena Irene Restia Mahelingga bisa melalui *e-mail* dhevlingga@gmail.com.



MODIFIED CASSAVA FLOUR (MOCAF)

*Optimalisasi Proses dan Potensi
Pengembangan Industri
Berbasis UMKM*

Informasi optimalisasi proses pembuatan tepung mocaf ini difokuskan untuk menumbuhkembangkan usaha berbasis UMKM sehingga pendekatan optimalisasi teknologi tepat guna penting dilakukan. Buku ini juga merangkum hasil-hasil penelitian untuk mengoptimalkan seluruh proses pembuatan tepung mocaf, baik yang dilakukan oleh LIPI maupun pihak-pihak lain di dalam dan luar negeri.

Bunga rampai ini tidak hanya bertujuan memberikan informasi dan pemetaan potensi pengembangan mocaf bagi UMKM, tetapi juga dapat dijadikan rujukan dan rekomendasi bagi pemangku kepentingan agar ketergantungan Indonesia pada bahan baku impor (tepung terigu) dapat dikurangi melalui pemanfaatan bahan baku lokal. Mengembangkan tepung mocaf, berarti membangun sinergi yang kuat di antara pemangku kepentingan tersebut dalam mendukung kemandirian pangan.

Untuk itu, bunga rampai ini diharapkan dapat bermanfaat bagi para peneliti, akademisi, dan masyarakat umum dalam pengembangan mocaf serta menjadi referensi yang tepat bagi pemerintah selaku regulator dalam menentukan kebijakan terkait tepung mocaf serta produk olahan pangan berbasis mocaf.

Selamat Membaca!



Diterbitkan oleh:
LIPI Press, anggota Ikapi
Gedung PDDI LIPI, Lantai 6
Jln. Jend. Gatot Subroto 10, Jakarta Selatan 12710
Telp.: (021) 573 3465
E-mail: press@mail.lipi.go.id
Website: lipipress.lipi.go.id

ISBN 978-602-496-153-4



Buku ini tidak diperjualbelikan.