

TEKNOLOGI COKELAT

Oleh:

Prof. Ir. Haryadi, M.AppSc., Ph.D.

Dr. Ir. Supriyanto, M.S.

**Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Gadjah Mada
Yogyakarta**

GADJAH MADA UNIVERSITY PRESS

DAFTAR ISI

PRAKATA	v
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
Bab I PENDAHULUAN	1
Sejarah Budidaya dan Pengolahan Kakao	1
Perkembangan Kakao di Indonesia	5
Kakao Indonesia	11
Bab II TEKNOLOGI KAKAO	16
Buah Kakao	16
Fermentasi Biji Kakao	30
Pengeringan Biji Kakao	71
Sortasi, Pengemasan dan Penyimpanan Biji Kakao Kering	90
Masalah Biji Kakao Terlalu Asam	97
Bab III TEKNOLOGI BUBUK KOKOA	102
Penyangraian	102
Pemisahan Kulit Biji	109
Teknologi Bubuk Kokoa	114
Penggilingan Nib	117
Alkalisasi	119
Penggilingan Kokoa	129
Kokoa Bubuk untuk Minuman dan Penyedap Makanan	132
Mikrobiologi dan Kimia Bubuk Kokoa	137

Bab IV	PEMBENTUKAN AROMA COKELAT	142
	Peranan asam dalam pembentukan prekursor coklat pada biji kakao	142
	Prekursor Aroma Coklat	144
	Senyawa Utama Pembentuk Aroma Coklat	149
Bab V	LEMAK KOKOA DAN PENGGANTINYA	158
	Lemak kokoa	158
	<i>Clustering</i> Lemak Kokoa	168
	Pengganti Lemak Kokoa	184
	Lemak-lemak lain untuk Tujuan Khusus	192
Bab VI	TEKNOLOGI GULA-GULA COKELAT	198
	Pembuatan Cokelat Gelap	200
	Teknologi Cokelat Susu	203
	Proses Non-konvensional	216
	Sistem Pembuatan Cokelat	226
Bab VII	PENCETAKAN DAN PENYALUTAN	239
	<i>Tempering</i> Cokelat	240
	Pencetakan Produk Cokelat	243
	Penyalutan Produk dengan Cokelat	244
	Pembuatan Lempengan Cokelat	250
	Pembuatan <i>Meises</i> Cokelat	252
	Pembuatan Olahan Cokelat Lain-lain	253
Bab VIII	POLIFENOL DAN TEOBROMIN PADA PRODUK KAKAO	256
	Senyawa Polifenol	256
	Polifenol dalam Kakao	257
	Polifenol sebagai Antioksidan	259
	Potensi Produk Kakao sebagai Antioksidan	261
	Antioksidan Bagi Kesehatan Manusia.....	264
	Perubahan Senyawa Polifenol Flavonoid selama Pengolahan	266
	Senyawa Teobromin	270
	DAFTAR PUSTAKA	273

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Perkembangan Areal kakao menurut jenis Penguasanya (Ha)	7
Tabel 1.2.	Sebaran Produksi Kakao Nasional	9
Tabel 1.3.	Perkembangan Industri Olahan Kakao Indonesia 2009–2011	10
Tabel 1.4.	Mutu biji kakao asalan dari beberapa daerah penghasil kakao di Indonesia (2003).....	13
Tabel 1.5.	Ekspor dan impor kakao dan olahannya (ton) di Indonesia tahun 2004.....	14
Tabel 2.1.	Ciri-ciri kakao <i>Criollo</i> dan kakao <i>Forastero</i>	18
Tabel 2.2.	Komposisi pulp kakao.....	20
Tabel 2.3.	Senyawa larut dalam alkohol dan gula dalam pulp selama proses Pemasakan buah	20
Tabel 2.4.	Perubahan warna kulit buah kakao	22
Tabel 2.5.	Perubahan senyawa kimia dalam pulp selama fermentasi	40
Tabel 2.6.	Proses enzimatis pada fermentasi biji kakao	45
Tabel 2.7.	Pengaruh pengadukan terhadap suhu (°C) massa biji kakao yang difermentasi pada kotak fermentasi	50
Tabel 2.8.	Pengaruh kenaikan aerasi pada fermentasi biji kakao dalam kotak terhadap kenaikan suhu (°C) ...	51
Tabel 2.9.	Pengaruh lama penyimpanan buah kakao terhadap sifat fisik biji kakao terfermentasi	53
Tabel 2.10.	Kandungan air dan pengkerutan pada keping biji kakao yang difermentasi selama 2 hari	75
Tabel 2.11.	Senyawa polifenol pada biji kakao kering	76
Tabel 2.12.	Persyaratan umum mutu biji kakao	92

Tabel 2.13.	Persyaratan khusus mutu biji kakao	92
Tabel 2.14.	Derajat disosiasi beberapa macam asam penyebab keasaman biji kakao	98
Tabel 2.15.	Pengaruh suhu pengeringan terhadap pH biji kakao	100
Tabel 3.1.	Pengaruh jumlah dan kepekatan alkali pada alkalisasi nib terhadap warna kokoa akhir	121
Tabel 3.2.	Pengaruh jumlah dan kepekatan alkali pada alkalisasi likuor secara <i>batch</i> dan <i>flash</i> terhadap warna kokoa akhir	123
Tabel 3.3.	Jenis dan jumlah jasad renik pada bahan antara hingga hasil akhir kokoa bubuk	138
Tabel 3.4.	Susunan kimiawi kokoa bubuk	141
Tabel 4.1.	Komposisi asam amino bebas biji kakao UAH selama fermentasi	145
Tabel 4.2.	Komposisi asam amino hidrolisat biji kakao UAH selama fermentasi	147
Tabel 4.3.	Kadar gula total dan gula reduksi dalam biji kakao UAH selama fermentasi	148
Tabel 4.4.	Komposisi nib dan biji kakao hasil fermentasi	150
Tabel 4.5.	Komposisi asam amino nib kakao hasil fermentasi setelah dihidrolisis	151
Tabel 4.6.	Sembilan komponen prekursor sederhana dan relasi data penyangraian lanjut	152
Tabel 5.1.	Gliserida penyusun lemak kokoa	160
Tabel 5.2.	Sifat-sifat lemak kokoa	161
Tabel 5.3.	Persentase pengerutan lemak kokoa pada berbagai suasana pendinginan	167
Tabel 5.4.	Persentase lemak kokoa cair pada berbagai suhu ...	167
Tabel 5.5.	Klasifikasi bentuk-bentuk kristal lemak kokoa dan titik cairnya	172
Tabel 5.6.	Kekerasan lemak kokoa berdasar pengujian dengan Lloyd Instrument	176
Tabel 5.7.	Clustering lemak kokoa berdasar kekerasan	177
Tabel 5.8.	Waktu induksi dan total waktu kristalisasi lemak kokoa berdasarkan kelompok kekerasan	181

Tabel 5.9.	Komposisi FAME penyusun triasilgliserida lemak koko	185
Tabel 5.10.	Titik cair lemak koko berdasarkan kelompok kekerasan	186
Tabel 5.11.	Ciri-ciri fisik dan kimiawi <i>Coberine</i> dan lemak koko	190
Tabel 5.12.	Susunan kimiawi lemak Illipe Borneo dan lemak koko	194
Tabel 5.13.	Tetapan-tetapan sifat fisik dan kimiawi Illipe Borneo dan lemak koko	194
Tabel. 8.1.	Kapasitas antioksidan total dari kakao dan produk cokelat	265

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Produksi Kakao Indonesia 2000–2011 (ribu ton) .	8
Gambar 1.2. Produksi dan konsumsi Kakao dunia (2007–2011)	14
Gambar 2.1. Bagian buah kakao	17
Gambar 2.2. Mesin pemecah buah kakao dan pemisah biji dari kulit buahnya	27
Gambar 2.3. Alat Pemecah buah kakao dan drum tipe Brozilia	28
Gambar 2.4. Pembelah buah kakao tipe NACDA	28
Gambar 2.5. Pemisahan biji-biji kakao Tipe NACDA	29
Gambar 2.6. Skema perubahan-perubahan biji kakao selama fermentasi	32
Gambar 2.7. Skema pembentukan asam asetat selama fermentasi	34
Gambar 2.8. Skema pengolahan biji kakao kering cara Sime-Cadbury	59
Gambar 2.9. Bagian jaringan biji kakao segar	65
Gambar 2.10. Sel-sel epidermis biji kakao segar	66
Gambar 2.11. Sel-sel pigmen biji kakao segar	66
Gambar 2.12. Butir-butir aleuron (tampak terang) dan granula-granula pati (tampak gelap) dalam sel-sel penyimpanan pada biji segar	67
Gambar 2.13. Granula-granula pati pada kotiledon biji kakao segar	68
Gambar 2.14. Kotiledon biji kakao terfermentasi	68
Gambar 2.15 Biji kakao terfermentasi dengan sel-sel pigmen terhidrolisis dan Teroksidasi, dan satu sel pigmen tidak mengalami autolisis	69

Gambar 2.16. Pengering dengan atap yang dapat digeser	83
Gambar 2.17. Pengering dengan lantai yang dapat digerakkan ..	83
Gambar 2.18. Lantai pengering semen bergelombang	84
Gambar 2.19. Skema pengering Vis	87
Gambar 2.20. Konstruksi pengering Samoan Dryer	88
Gambar 2.21. Alat pengering Hibrid	89
Gambar 3.1. Skema aliran udara pada penyangrai <i>batch</i>	104
Gambar 3.2. Skema pengaruh penyangraian terhadap biji-biji kakao berbeda ukuran	105
Gambar 3.3. <i>Winnower</i>	111
Gambar 3.4. Dasar kerja mesin <i>Winnower</i>	111
Gambar 3.5. <i>Cocoa Mill</i> tipe MPH 411	119
Gambar 3.6. Skema perbedaan perlakuan dengan larutan pereaksi terhadap hancuran nib dan massa kakao	122
Gambar 3.7. Pengempa hidraulik POV 590/14	126
Gambar 3.8. Bagian-bagian dari satu <i>pot</i> pada pengempa hidraulik	127
Gambar 3.9. Skema pengempa ekspeler	128
Gambar 3.10. Peralatan pembuatan kakao bubuk tipe I PC/1000	131
Gambar 5.1. Skema bangunan kristal lemak bentuk α	164
Gambar 5.2. Skema bangunan kristal lemak bentuk β'	165
Gambar 5.3. Skema bangunan kristal lemak bentuk β	165
Gambar 5.4. Pengerutan lemak kakao yang diberi perlakuan <i>seeding</i> , Dipadatkan pada berbagai suhu	166
Gambar 5.5. Pola kristalisasi lemak kakao	174
Gambar 5.6. Pola kristalisasi lemak kakao keras	177
Gambar 5.7. Pola kristalisasi lemak kakao sedang	178
Gambar 5.8. Pola kristalisasi lemak kakao lunak	182
Gambar 5.9. Kurva pendinginan campuran lemak kakao dan stearin inti sawit	189
Gambar 5.10. Kurva pendinginan menunjukkan kemiripan antara lemak kakao dan <i>Coberine</i>	190
Gambar 6.1. Skema cara I pembuatan cokelat gelap	201
Gambar 6.2. Skema cara II pembuatan cokelat gelap	202
Gambar 6.3. Skema cara III pembuatan cokelat gelap	202

Gambar 6.4.	Skema cara I pembuatan cokelat susu	204
Gambar 6.5.	Skema cara II pembuatan cokelat susu	204
Gambar 6.6.	Skema cara III pembuatan cokelat susu	205
Gambar 6.7.	Melangeur	207
Gambar 6.8.	Sistem pencampuran dan pelembuatan ganda	209
Gambar 6.9.	<i>Hydrostatic refiner</i>	211
Gambar 6.10.	Skema <i>conche</i>	212
Gambar 6.11.	<i>Conche</i> dengan 4 pot	213
Gambar 6.12.	<i>Rotary conche</i>	214
Gambar 6.13.	<i>Ball mill</i> dengan cara kerja mendatar	220
Gambar 6.14.	<i>Ball mill</i> dengan cara kerja tegak	221
Gambar 6.15.	L 7 D MacIntyre Refiner/Conche	227
Gambar 6.16.	Wiener Chocolate plant	228
Gambar 6.17.	Sistem Werner & Pfeleiderer	229
Gambar 6.18.	Proses Mosimann	231
Gambar 6.19.	Proses Lindt Sprungli	234
Gambar 6.20.	Proses BFMIRA	235
Gambar 6.21.	Proses Cokelat Cadbury Scheppees	237
Gambar 7.1.	Skema urutan-urutan tahap pembuatan ‘kerang’ cokelat	244
Gambar 7.2.	Sistem penyalutan dengan cokelat	245
Gambar 7.3.	Panci Volvo	249
Gambar 7.4.	Diagram pembuatan lempengan cokelat	251
Gambar 7.5.	Diagram pembuatan meises	253
Gambar 7.6.	<i>Roller Depositing Plant</i>	254
Gambar 7.7.	Skema kerja <i>Roller Depositing Plant</i>	255
Gambar 8.1.	Struktur dasar senyawa flavonoid	257
Gambar 8.2.	Senyawa yang termasuk dalam flavanol	257
Gambar 8.3.	Senyawa yang termasuk dalam flavonol	258
Gambar 8.4.	Produk reaksi oksidasi quersetin dan morin	267
Gambar 8.5.	Tahapan reaksi oksidasi senyawa katekol	268
Gambar 8.6.	Struktur molekul teobromin (3,7-dimetilsantin, BM 180,2); kafein (1,3,7-trimetilsantin, BM 194,2); dan Tteofilin (1,2-dimetilsantin, BM 180,2)	270