

PENGUNAAN MINYAK SAWIT MERAH UNTUK PEMBUATAN LEMAK BUBUK KAYA β -KAROTEN MELALUI PROSES PENDINGINAN SEMPROT

The Utilization of Red Palm Oil for β -Carotene-Rich Fat Powder Produced by Spray Chilling Process

Juanda Reputra¹, Purwiyatno Hariyadi^{1,2}, Nuri Andarwulan^{1,2}

¹Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Jl. Raya Darmaga, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

²South East Asian Food and Agricultural Science and Technology (SEAFAST) Center, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM), Institut Pertanian Bogor, Jl. Puspa No.1, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680
Email: phariyadi@ipb.ac.id

ABSTRAK

Lemak bubuk kaya β -karoten telah dibuat dengan menggunakan campuran minyak sawit merah (MSM) fraksi olein dan stearin, serta minyak sawit terhidrogenasi penuh (FHPO) melalui proses pendinginan semprot. Penelitian ini dilakukan untuk melihat pengaruh komposisi campuran minyak tersebut terhadap karakteristik lemak bubuk yang dihasilkan, terutama sifat daya alir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses pendinginan semprot bisa menghasilkan lemak bubuk kaya β -karoten. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa peningkatan rasio MSM untuk meningkatkan kadar β -karoten akan menurunkan daya alir lemak bubuk yang dihasilkannya. Rasio maksimal MSM/FHPO yang dapat digunakan untuk menghasilkan lemak bubuk yang mudah mengalir diperoleh sebesar 50/50 (formula F50), dimana lemak bubuk tersebut mempunyai kadar β -karoten sebesar 167.71 ppm. Titik leleh bahan lemak berkorelasi kuat dengan daya alir lemak bubuk yang dihasilkan, dimana semakin tinggi titik leleh akan menghasilkan lemak bubuk dengan daya alir yang lebih baik, yang ditunjukkan dengan sudut gulir yang lebih rendah.

Kata kunci: Lemak bubuk, β -karoten, minyak sawit merah, pendinginan semprot, daya alir

ABSTRACT

Beta-carotene-rich fat powder was prepared from the mixture of red palm oil/RPO (olein and stearin) and fully hydrogenated palm oil/FHPO by using spray chilling process. Effects of composition of fats used on fat powder flowability, were studied. Our research showed that spray chilling process may be used to produced β -carotene rich-fat powder. Our result also indicated that the use of higher composition of RPO to increase β -carotene content of fat powder tend to reduce the flowability of the resulting fat powder. The maximum ratio of RPO/FHPO used to produce free flowing fat powder was 50% (formula of F50) with β -carotene content of 167.71 ppm. Our research also showed that the melting point of molten mixture fat used was significantly correlated with flowability of the resulting fat powder. The higher melting point of molten fat, the lower the angle of repose or the better flowability of fat powder produced.

Keywords: Fat powder, β -carotene, spray chilling, flowability

PENDAHULUAN

Lemak padat merupakan bahan baku utama pada beberapa produk pangan seperti shortening, margarin, dan pengganti lemak coklat (*cocoa butter replacer*). Lemak padat dapat diperoleh dari sumber nabati melalui proses fraksinasi dan hidrogenasi minyak sawit. Penggunaan minyak sawit merah sebagai sumber lemak padat memiliki

beberapa keunggulan, yaitu kandungan karoten yang tinggi dan ketersediaan minyak sawit yang luas di Indonesia. Pada tahun 2014 Indonesia telah memproduksi 29,3 juta ton CPO dengan luas areal perkebunan sawit 10,9 juta Ha (Ditjenbun, 2014). Namun demikian, kandungan karoten yang terdapat pada minyak sawit belum dimanfaatkan secara optimal.

Saat ini, telah dikembangkan proses pemurnian minyak sawit yang kaya karoten yang disebut sebagai minyak sawit

merah. Fraksi olein minyak sawit merah mengandung karoten yang tinggi. Penelitian yang dilakukan oleh Alyas dkk. (2006) dan Dauqan dkk. (2011) menunjukkan bahwa kadar β -karoten yang terdapat pada olein minyak sawit merah adalah sebesar 460 ppm dan 542.09 ppm. Namun demikian, fraksi olein merupakan fraksi cair minyak sawit merah sehingga dibutuhkan penambahan minyak atau lemak yang memiliki titik leleh tinggi, seperti minyak terhidrogenasi, agar dapat menghasilkan lemak padat yang kaya β -karoten.

Penanganan lemak padat sebagai bahan baku dinilai kurang efektif karena umumnya lemak padat tersedia dalam bentuk balok yang dikemas menggunakan karton 5-25 kg, sehingga ini menyulitkan proses formulasi dan pencampuran bahan baku. Oleh karena itu, diperlukan usaha untuk menyediakan lemak padat dalam bentuk yang lebih mudah ditangani yaitu dalam bentuk bubuk. Adapun tujuan utama bahan dalam bentuk bubuk menurut Chen dan Li (2009) adalah peningkatan kestabilan, kemudahan penanganan dan transportasi serta kemudahan dan ketepatan dalam pencampuran dengan material lainnya. Namun hingga saat ini, ketersediaan lemak padat dalam bentuk bubuk untuk bahan pangan masih sangat terbatas dan sebagian besar diperoleh dari fraksinasi minyak sawit yang mengalami proses *bleaching* sehingga kandungan karoten minyak tidak dipertahankan.

Beberapa penelitian pembuatan lemak bubuk telah dilakukan dengan menggunakan teknologi pendinginan semprot. Prinsip teknologi ini adalah pengabutan lelehan dan pendinginan partikel yang terbentuk sehingga menghasilkan bubuk yang bersifat padat pada suhu ruang (Sillick dan Gregson 2012). Teknologi ini cocok digunakan untuk bahan baku lemak padat yang memiliki titik leleh pada kisaran 30-60°C. Gamboa dkk. (2011) dan Ribeiro dkk. (2012) menggunakan pendingin semprot untuk menghasilkan lemak bubuk kaya tokoferol dan enkapsulasi glukosa. Sedangkan Tashiro dkk. (1989) menggunakan beberapa komponen padatan nonlemak pada campuran minyak kelapa, kedelai dan sawit untuk menghasilkan lemak bubuk yang mudah mengalir (*free flowing*).

Daya alir merupakan karakteristik bubuk yang penting karena berkaitan dengan penanganannya, mempengaruhi aliran masa dan menentukan pemilihan peralatan penyimpanan seperti hopper dan silo (Onwulata 2005). Sementara itu, penelitian pembuatan lemak bubuk yang menggunakan bahan baku lemak atau minyak tanpa penambahan komponen non lemak, kaya β -karoten dan memiliki sifat daya alir yang baik belum dilakukan. Penelitian ini bertujuan menghasilkan lemak bubuk yang kaya β -karoten dan mudah mengalir pada suhu ruang dengan memanfaatkan minyak sawit merah sebagai sumber β -karoten melalui proses pendinginan semprot.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Peralatan utama yang digunakan adalah pendingin semprot Armfield FT 81 *Tall Form Spray Chiller* (Inggris). Peralatan analisis yang digunakan adalah spektrofotometer UV-VIS 2450 Shimadzu (Jepang), *Chromameter CR300* Minolta (Jepang), *Powder Flowability Index Test Instrument-Flodex* (Amerika Serikat), *High Performance Liquid Chromatography Hewlett Packard series 1100* (Jerman), viskometer *Brookfield* (Amerika Serikat), termometer, neraca analitik, *hotplate*, dan alat gelas yang digunakan untuk analisis.

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak sawit merah (MSM) fraksi stearin (*red palm stearin/RPS*) dan fraksi olein (*red palm olein/RPOn*) dari SEAFast Center-LPPM IPB (Bogor, Indonesia), serta *fully hydrogenated palm oil* (FHPO) dari PT Salim Invomas Pratama (Surabaya, Indonesia). Bahan kimia yang digunakan adalah, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, heksana, pereaksi Wijs, KI, pati, kloroform, asetonitril, aseton dan air destilata.

Penentuan Formula Lemak Bubuk

Penentuan formula dilakukan dengan metode pencampuran MSM (RPS dan RPOn) dan FHPO pada skala laboratorium. Tahapan ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik campuran tersebut pada beberapa rasio RPS/RPOn/FHPO sehingga dapat ditentukan kisaran rasio bahan yang dapat digunakan sebagai formula lemak bubuk. Terlebih dahulu dilakukan analisis titik leleh (*slip melting point/SMP*) menggunakan metode kapiler (AOCS Cc3-25 2003) dan kadar β -karoten (PORIM P2.6 1995) terhadap bahan baku RPS, RPOn dan FHPO. Pencampuran dilakukan dengan cara memanaskan masing-masing bahan pada kisaran titik lelehnya, lalu dicampurkan dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 15 menit. Kemudian campuran tersebut disimpan pada suhu 15°C.

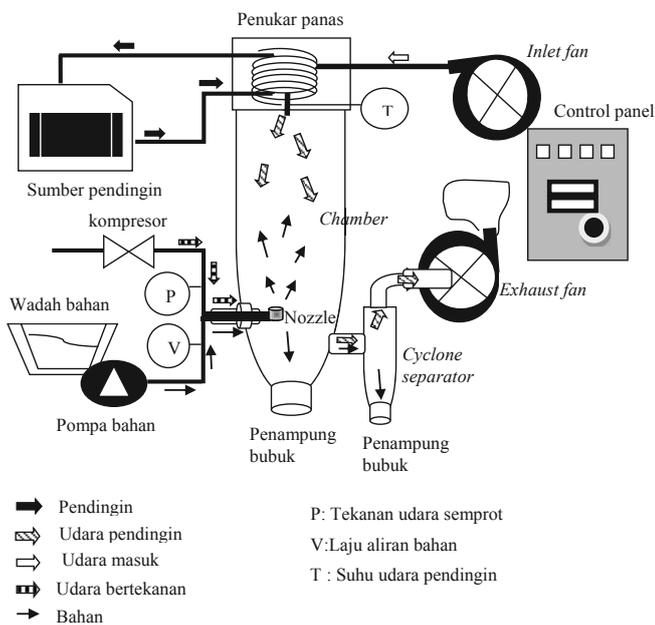
Sampel campuran lemak dan minyak yang telah padat tersebut diamati tingkat kelengketan dan kekerasannya secara manual. Sampel yang memiliki karakteristik tekstur cukup keras dan tidak lengket digunakan sebagai kisaran formula lemak bubuk. Terhadap setiap formula yang ditentukan kemudian dilakukan analisis titik leleh (metode kapiler, AOCS Cc3-25 2003), profil trigliserida (AOCS Ce5b-89 2003), bilangan iod (AOCS Cd1-25 2003), dan viskositas *apparent* (AOCS Ja10-87 2003).

Proses Pembuatan Lemak Bubuk

Pada penelitian pendahuluan, dilakukan percobaan pembuatan lemak dengan proses pendinginan semprot

menggunakan alat Armfield FT 81 *Tall Form Spray Chiller*, (Inggris). Skema alat pendingin semprot yang digunakan pada penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 1. Proses pembuatan lemak bubuk dilakukan melalui tahapan pertama, bahan lemak (RPO, RPS, dan FHPO) masing-masing dilelehkan pada kisaran titik lelehnya, kemudian dicampur dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 15 menit pada suhu 10°C diatas titik leleh campuran tersebut. Kedua, lelehan campuran lemak tersebut dimasukkan dalam wadah bahan lalu dipompa ke *nozzle* yang terdapat pada bagian bawah ruang pendingin (*chamber*) dengan menggunakan pompa positif (*progressive cavity pump*).

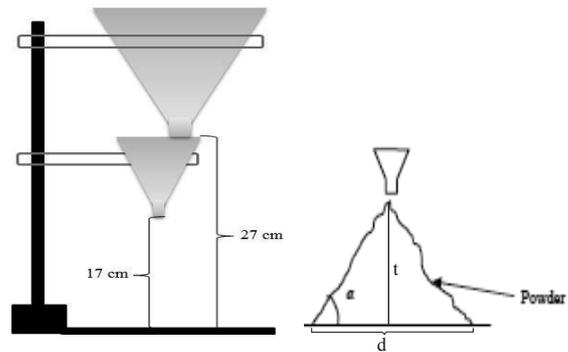
Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan, diperoleh parameter proses pendinginan semprot yang mampu menghasilkan lemak bubuk mudah mengalir pada suhu ruang, yaitu suhu udara pendingin 15°C, tekanan udara semprot 0.8 bar, dan laju aliran bahan 112 g/menit. Selanjutnya lemak bubuk yang terbentuk di dalam *chamber* dikumpulkan di dalam penampung bubuk yang terdapat di bawah *chamber* dan *cyclone separator*. Lemak bubuk tersebut kemudian dianalisis karakteristiknya yaitu daya alir, warna, sifat pelelehan dan kadar β-karoten.



Gambar 1. Skema alat pendinginan semprot

Analisis sudut gulir. Sudut gulir digunakan sebagai parameter yang menentukan daya alir lemak bubuk yang dihasilkan. Sudut gulir diukur dengan menggunakan metode tuang (modifikasi Wouters dan Geldart1996). Semakin kecil sudut gulir maka semakin mudah bubuk tersebut untuk mengalir. Peralatan yang digunakan ditampilkan pada Gambar 2. Alat ini terdiri atas 2 corong stainless steel dengan diameter

bagian bawah 0.9 cm dan 2 cm yang dipasang bertingkat di atas permukaan datar. Sebanyak 100 g sampel bubuk dituang secara perlahan-lahan dengan waktu tertentu (45-60 detik) dan dilakukan 5 kali pengulangan. Tumpukan bubuk diukur diameter (d) dan tingginya (t). Sudut gulir (α) merupakan sudut kemiringan tumpukan bubuk dengan permukaan datar ($\tan^{-1}\alpha = t/0,5d$).



Gambar 2. Alat pengukur sudut gulir (AORs)

Profil trigliserida (AOCS Ce5b-89 2003). Larutkan sampel dalam pelarut yang sesuai (aseton atau aseton-kloroform dengan perbandingan (v/v) 1:1), sehingga didapatkan larutan 5% (b/v). HPLC yang digunakan memiliki tipe pompa isokratik, fase gerak berupa aseton:asetonitril (v/v) (85:15) dan kolom yang digunakan adalah dua kolom C-18 dengan ukuran 4.6 x 250 mm dan ukuran partikel 5 μm yang dipasang secara seri serta menggunakan detektor RID pada λ 220 nm. Larutan dari tahap persiapan sampel diinjeksikan 20 μL ke dalam HPLC dengan menggunakan syringe. Laju aliran fase gerak diatur sebesar 1 ml/menit. Analisis dilakukan secara duplo.

Kadar β-Karoten (PORIM P2.6 1995). Sebanyak 0.1 gram sampel dilarutkan dengan heksana dalam labu ukur 25 ml sampai tanda tera, lalu dikocok hingga benar-benar homogen. Selanjutnya serapan diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 446 nm. Analisis dilakukan secara duplo dan pembacaan pada alat sebanyak tiga kali. Pengenceran dilakukan apabila absorbansi yang diperoleh nilainya lebih dari 0.700. Total β-karoten dihitung dengan cara :

$$Kadar \beta\text{-karoten} = \frac{25 \times (\text{absorbansi sampel} - \text{blanko}) \times 383}{100 \times \text{berat sampel (g)}} \quad (1)$$

Bilangan iod (AOCS Cd1-25 2003). Sebanyak ±0.5 g sampel ditimbang dalam erlenmeyer 500 ml dan ditambahkan 15 ml kloroform untuk melarutkan sampel. Setelah sampel larut, sebanyak 25 ml pereaksi Wijs dimasukkan ke dalam campuran tersebut, dikocok, dan ditempatkan dalam ruang gelap suhu 25±5°C selama 30 menit. Setelah itu, dilanjutkan

dengan penambahan 20 ml KI 10% dan air destilata sebanyak 100 ml. Campuran dalam erlenmeyer dititrasi dengan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1N dan dikocok kuat hingga warna kuning hampir hilang. Tambahkan 1-2 ml indikator pati ke dalam campuran tersebut. Titrasi dilanjutkan lagi hingga warna biru hilang. Analisis dilakukan secara triplo. Bilangan iod sampel dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Bilangan Iod (mg Iod/g sampel)} = \frac{12.69 \times N \times (Vb - Vs)}{W} \quad (2)$$

Keterangan :

W = berat sampel lemak (gram)

Vb = volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ untuk titrasi blanko (ml)

Vs = volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ untuk titrasi contoh (ml)

N = Konsentrasi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ hasil standardisasi (N)

Viskositas apparent (AOCS Ja10-87 2003). Viskositas diukur menggunakan viskometer *Brookfield*. Sampel formula lemak bubuk dilelehkan pada suhu bahan proses pendinginan semprot ($10^\circ\text{C} > \text{SMP}$ formula). Nilai viskositas diukur dengan rumus:

$$\text{Viskositas (cP)} = \text{skala alat} \times \text{faktor pengali} \quad (3)$$

(berdasarkan speed dan no spindle)

Analisis distribusi ukuran partikel lemak bubuk. Analisis ini mengikuti prosedur yang dilakukan oleh Ursica dkk. (2005) dengan sedikit modifikasi. Sebanyak 0.1 gram sampel lemak bubuk disuspensikan ke dalam 5 ml etanol 96% (Ilic dkk., 2009), divorteks, ditetaskan di atas hemasitometer dan ditutup dengan kaca penutup. Segera dilakukan pengamatan pada 10 area pandang dengan perbesaran 100x. Ukuran partikel ditentukan berdasarkan panjang diameter yang diukur menggunakan software *Topview*.

Slip melting point metode kapiler (AOCS Cc3-25 2003). 3 buah pipa kapiler gelas berdiameter ± 1 mm dicelupkan ke dalam sampel yang telah terlebih dahulu dilelehkan hingga minyak naik setinggi 1 cm di dalam pipa kapiler. Pipa kapiler yang telah berisi sampel didiamkan pada suhu $4-10^\circ\text{C}$ selama 16 jam. Pipa kapiler diikat pada termometer sehingga ujung pipa kapiler sejajar dengan ujung termometer. Pipa kapiler dan termometer tersebut dicelupkan ke dalam gelas piala berisi air dengan suhu $8-10^\circ\text{C}$ di bawah dugaan SMP contoh. Gelas piala diletakkan di atas *hotplate* dengan peningkatan suhu $0.5-1^\circ\text{C}/\text{menit}$. Pembacaan suhu dilakukan ketika sampel yang berada dalam pipa kapiler tersebut meleleh dan bergerak naik sampai tanda batas atas. Pengukuran dilakukan dengan tiga ulangan.

Analisis warna. Pengujian warna pada penelitian dilakukan dengan menggunakan *Chromameter* CR 300

Minolta. Prosedur yang dilakukan adalah pertama, letakkan measuring head pada contoh yang akan diukur, tekan tombol "MEASURE", tunggu beberapa saat hingga pengukuran selesai. Pengukuran menghasilkan nilai L, a dan b. L menyatakan parameter kecerahan (warna akromatik, 0: hitam sampai 100: putih). Warna kromatik campuran merah hijau ditunjukkan oleh nilai a ($a+ = 0-100$ warna merah, $a- = 0-(-80)$ warna hijau). Warna kromatik campuran biru kuning ditunjukkan oleh nilai b ($b+ = 0-70$ warna kuning, $b- = 0-(-70)$ warna biru). Pengujian warna dilakukan sebanyak dua kali ulangan.

Analisis data. Data yang diperoleh ditampilkan dalam tabel dan grafik menggunakan *software microsoft excel*, serta dianalisis uji ragam *ANOVA Univariate*, korelasi *Pearson* dan uji lanjut *Duncan* menggunakan *software* SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Formula Lemak Bubuk

Bahan baku RPOn, RPS, dan FHPO berturut-turut memiliki nilai SMP yaitu $16.5-19.0^\circ\text{C}$, $47.5-48.5^\circ\text{C}$, $57.0-58.0^\circ\text{C}$, serta kadar β -karoten sebesar 426.55 ± 0.20 ppm, 252.90 ± 0.71 ppm, 3.25 ± 0.10 ppm. RPOn dan RPS merupakan hasil fraksinasi minyak sawit merah. RPOn bersifat cair pada suhu ruang dan memiliki kadar β -karoten yang lebih tinggi daripada RPS. Ini disebabkan oleh selama fraksinasi, komponen asam lemak tidak jenuh, diasilgliserol, squalen, karotenoid, tokoferol, dan tokotrienol lebih cenderung terdistribusi kedalam fraksi olein, sedangkan komponen asam lemak jenuh, monoasilgliserol, sterol, dan fosfolipid cenderung terdistribusi ke dalam fraksi stearin (Gee 2007). FHPO memiliki nilai SMP yang tinggi yaitu $57-58^\circ\text{C}$. Hal ini sesuai dengan yang dilaporkan oleh Kloek dkk. (2000) bahwa FHPO memiliki titik leleh sebesar 41.8°C atau 57.2°C tergantung dari jenis kristalnya. SMP lemak atau minyak berubah dengan adanya perubahan panjang asam lemak, rasio ketidakjenuhan, kandungan asam lemak trans dan posisi asam lemak pada struktur trigliserol (Karabulut dkk., 2004).

Penentuan formula lemak bubuk melalui metode pencampuran bahan baku skala laboratorium merupakan tahapan simulasi proses pembuatan lemak padat agar dapat dibuat menjadi lemak bubuk yang kaya β -karoten dan mudah mengalir pada suhu ruang. Bahan baku MSM yang digunakan terdiri dari fraksi olein (RPOn) dan stearin (RPS) pada beberapa rasio. Semakin tinggi rasio RPOn pada formula maka semakin tinggi kadar β -karoten namun menghasilkan tekstur yang lebih lunak dan lengket. Hal ini diduga disebabkan oleh bahan RPOn memiliki SMP yang rendah. Tekstur lemak padat berkaitan dengan kristalisasi lemak yang ditentukan oleh beberapa faktor. Menurut Metin

dan Hartel (2005) faktor yang mempengaruhi kristalisasi lemak diantaranya adalah laju pendinginan, perbedaan suhu di bawah titik leleh, suhu terjadinya kristalisasi, laju pengadukan, dan komposisi lemak. Pada penelitian ini, proses pendinginan dilakukan dengan cara yang sama, sehingga faktor utama yang menentukan struktur lemak padat yang dihasilkan adalah komposisi lemak. Karakteristik fisik dan kadar β -karoten hitung beberapa formula lemak padat tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik formula lemak padat

Formula	Rasio (%)			Karakteristik		
	FHPO	RPS	RPOn	Kekerasan	Kelengketan	β -karoten (ppm)
F1	30	35	35	2	5	238,78
F2	30	42	28	2	5	226,63
F3	30	49	21	2	5	214,47
F4	30	56	14	2	5	202,32
F5	30	63	7	2	4	190,16
F6	40	30	30	3	4	205,14
F7	40	36	24	3	4	194,72
F8	40	42	18	3	4	184,30
F9	40	48	12	3	4	173,88
F10	40	54	6	4	4	163,46
F11	50	25	50	4	3	171,49
F12	50	30	20	4	3	162,81
F13	50	35	15	4	3	154,12
F14	50	40	10	5	3	145,44
F15	50	45	5	5	3	136,76
F16	60	20	20	6	2	137,84
F17	60	24	16	6	2	130,90
F18	60	28	12	7	2	123,95
F19	60	32	8	7	2	117,00
F20	60	36	4	7	2	110,06

Keterangan : *rasio RPOn dan RPS terhadap MSM skala tingkat kekerasan 1 = RPS (sangat lunak), 10 = FHPO (sangat keras) skala tingkat kelengketan 1 = FHPO (tidak mudah lengket), 10 = RPS (sangat mudah lengket)

Formula lemak padat yang dipilih adalah F16 yang merupakan campuran 60% FHPO dengan 40% MSM (RPOn/RPS = 1:1), dan selanjutnya disebut sebagai F60. Untuk melihat pengaruh komposisi bahan lemak padat terhadap karakteristik lemak bubuk yang dihasilkan, kemudian ditentukan dua formula lainnya yang merupakan peningkatan (F50) dan penurunan (F70) rasio MSM. F50 merupakan campuran 50% FHPO dengan 50% MSM (RPOn/RPS = 1:1). Adapun F70 merupakan campuran 70% FHPO dengan 30% MSM (RPOn/RPS = 1:1). Formula F50 digunakan untuk

melihat pengaruh peningkatan kadar β -karoten terhadap sifat daya alir lemak bubuk. Dan sebaliknya, formula F70 digunakan untuk melihat pengaruh penurunan kadar β -karoten terhadap sifat daya alir lemak bubuk. Karakteristik ketiga formula tersebut ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik formula lemak bubuk

Karakteristik	Nilai		
	F50	F60	F70
SMP ($^{\circ}$ C)	53,0 – 54,0	54,0 – 54,5	55,0
Bilangan Iod (mg/g)	26,76 \pm 0,98	21,58 \pm 0,29	16,00 \pm 0,25
viskositas <i>app</i> 64 \pm 1 $^{\circ}$ C (cP)	18,06 \pm 0,33	18,06 \pm 0,30	18,36 \pm 0,34
β -karoten (hitung [ppm])	171,49	137,84	104,19
Komposisi TAG (%)			
PLO	5,44 \pm 0,44	4,11 \pm 0,19	3,21 \pm 0,05
PLP	4,39 \pm 0,14	3,90 \pm 0,26	3,12 \pm 0,00
OOO	11,02 \pm 0,26	9,93 \pm 0,31	7,69 \pm 0,02
POO	14,13 \pm 0,06	12,88 \pm 0,39	9,94 \pm 0,03
POP	14,05 \pm 0,22	15,66 \pm 0,08	16,58 \pm 0,10
POS	24,91 \pm 0,11	27,85 \pm 0,59	30,62 \pm 0,35
SOS	15,61 \pm 0,28	17,17 \pm 0,43	18,99 \pm 0,25
SSS	4,29 \pm 0,54	4,30 \pm 0,22	4,80 \pm 0,01
TAG lain	6,17 \pm 0,42	4,20 \pm 0,01	5,06 \pm 0,80

P= palmitat/C16, L= linoleat/C18-2, O= oleat/C18-1, S= stearat/C18-0

Formula F70 memiliki nilai SMP yang paling tinggi, diikuti oleh F60 dan F50. Hal ini disebabkan oleh penggunaan FHPO hingga 70%. Semakin banyak jumlah FHPO yang digunakan maka semakin tinggi SMP formula lemak padat. FHPO merupakan lemak padat yang diperoleh melalui proses hidrogenasi penuh sehingga tidak mengandung ikatan rangkap dan memiliki SMP yang tinggi. Hal ini ditandai dengan nilai bilangan iod dan komposisi TAG. Bilangan iod mengukur tingkat ketidakjenuhan lemak (Ghotra dkk., 2002), sehingga bilangan iod F70 lebih kecil daripada F60 dan F50. Hasil analisis TAG menunjukkan bahwa komposisi TAG pada lemak padat F70 tersusun dari asam lemak jenuh yaitu POP, POS, SOS dan SSS yang paling banyak diantara ketiga formula.

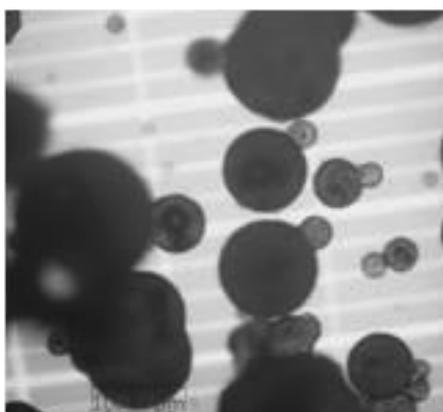
Pengaruh Formula Lemak terhadap Karakteristik Lemak Bubuk

Gambar 3 merupakan lemak bubuk kaya β -karoten yang dihasilkan melalui proses pendinginan semprot. Secara visual, lemak bubuk berwarna kuning-jingga dan intensitas warnanya dipengaruhi oleh rasio MSM (RPOn dan RPS) yang digunakan pada formula (Tabel 3). Berdasarkan hasil

pengamatan mikroskopis, partikel lemak bubuk tersebut berbentuk bola dan permukaan yang rata dengan ukuran 10-210 μm (Gambar 4). Hal ini sesuai dengan yang disampaikan oleh Okuro dkk. (2013) bahwa ukuran partikel bubuk yang dihasilkan pada proses pendinginan semprot berkisar antara 20-200 μm dengan bentuk partikel berupa bola dan permukaan yang rata.



Gambar 3. Lemak bubuk kaya β-karoten dan mudah mengalir pada suhu ruang



Gambar 4. Bentuk partikel lemak bubuk formula F60 menggunakan mikroskop polarisator perbesaran 100x

Tabel 3 menunjukkan karakteristik lemak bubuk formula F50, F60, dan F70 yang diperoleh dengan menggunakan parameter proses suhu udara pendingin 15°C, tekanan udara semprot 0.8 bar dan laju aliran bahan 112 g/menit. Kadar β-karoten lemak bubuk F50 lebih besar dari F60 dan F70. Hal ini disebabkan oleh komposisi minyak sawit merah yang terdapat pada formula lemak. Semakin besar rasio minyak sawit merah maka semakin besar kadar β-karoten lemak bubuk. Hal ini juga terlihat dari nilai notasi warna Hunter Lab pada lemak bubuk. Nilai b lemak bubuk semakin tinggi dengan semakin besarnya rasio minyak sawit merah yang digunakan, yang menunjukkan bahwa lemak bubuk berwarna semakin kuning. Namun, lemak bubuk yang mengandung kadar β-karoten lebih tinggi menunjukkan nilai daya alir yang lebih rendah.

Pengelompokan daya alir bubuk berdasarkan nilai sudut gulir (AORs) menurut Carr yang disampaikan oleh Bodhmagie (2006) yaitu, 25<AORs<30° sangat mudah mengalir, 30<AORs<38° mudah mengalir, 38<AORs<45° cukup dapat mengalir, 45°<AORs<55° kohesif, dan AORs>55° sangat kohesif. Semakin besar rasio minyak sawit merah maka semakin besar sudut gulir lemak bubuk (p<0.05). Formula F50, F60 dan F70 mampu menghasilkan lemak bubuk yang mudah mengalir (sudut gulir <38°). Namun, jika rasio minyak sawit merah dinaikkan yaitu formula F45 (45% FHPO dan 55% MSM (RPO_n/RPS = 1:1)) dan F40 (40% FHPO dan 60% MSM (RPO_n/RPS = 1:1)) maka lemak bubuk yang dihasilkan hanya bersifat cukup dapat mengalir.

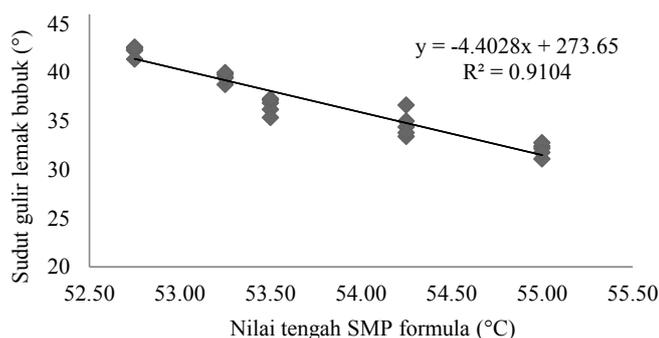
Korelasi titik leleh lemak padat terhadap daya alir lemak bubuk ditampilkan pada Gambar 5. Berdasarkan hasil analisis korelasi *Pearson*, diperoleh korelasi yang sangat kuat antara titik leleh lemak dengan daya alir lemak bubuk (r = -0.954) dan berbeda nyata pada taraf signifikansi 0.05. Nilai negatif menunjukkan bahwa semakin tinggi titik leleh lemak maka semakin rendah sudut gulir atau semakin baik daya alir lemak bubuk yang dihasilkan. Hal ini diduga bahwa komposisi

Tabel 3. Karakteristik lemak bubuk formula F50, F60, dan F70

Karakteristik	F50		F60		F70	
Kadar β-karoten (ppm)	168,15 ±	0,15 ^a	131,92 ±	0,63 ^b	102,32 ±	0,35 ^c
Sifat pelelehan						
Titik leleh (°C)	55,17		56,67		57,23	
Entalpi/ΔH (J/g)	-105,78		-132,37		-147,18	
Sudut gulir (°)	36,57 ±	0,80 ^a	34,64 ±	1,27 ^b	32,04 ±	0,65 ^c
Warna						
L	75,03 ±	0,51 ^a	77,88 ±	0,08 ^b	78,73 ±	0,25 ^c
A	4,99 ±	0,39 ^a	2,55 ±	0,13 ^b	0,04 ±	0,08 ^c
B	82,05 ±	1,34 ^a	77,35 ±	0,32 ^b	70,03 ±	0,68 ^c

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan nilai yang berbeda nyata pada taraf signifikansi 5% (p<0,05)

lemak yang berbeda akan menghasilkan kristalisasi lemak yang berbeda sehingga mempengaruhi daya alir lemak bubuk yang dihasilkan. Menurut Metin dan Hartel (2005) salah satu faktor yang mempengaruhi kristalisasi lemak adalah komposisi lemak. Penelitian yang dilakukan oleh Ribeiro dkk. (2012) menunjukkan bahwa penambahan asam oleat (lemak cair) pada asam stearat (lemak padat) dapat memodifikasi bentuk kristal lemak bubuk yang dihasilkan, yaitu ditandai dengan semakin rendahnya titik leleh campuran lemak.



Gambar 5. Korelasi titik leleh (SMP) formula lemak dengan sudut gulir lemak bubuk yang diproses dengan menggunakan suhu udara pendingin 15°C, tekanan udara semprot 0.8 bar dan laju aliran bahan 112 g/menit

KESIMPULAN

Lemak bubuk kaya β -karoten dan mudah mengalir pada suhu ruang dapat dihasilkan dengan menggunakan bahan baku MSM (RPO dan RPS) dan FHPO melalui proses pendinginan semprot. Peningkatan rasio MSM yang digunakan menyebabkan semakin tinggi kadar β -karoten lemak bubuk namun menurunkan sifat daya alirnya. Rasio maksimal MSM/FHPO yang dapat digunakan untuk menghasilkan lemak bubuk yang mudah mengalir diperoleh sebesar 50/50 (formula F50) dengan kadar β -karoten sebesar 167.71 ppm. Titik leleh bahan lemak berkorelasi kuat dengan daya alir lemak bubuk yang dihasilkan, dimana semakin tinggi titik leleh bahan lemak akan menghasilkan lemak bubuk dengan sudut gulir yang lebih rendah.

DAFTAR PUSTAKA

AOCS. American Oil Chemists' Society (2003). *Official Methods and Recommended Practices of the AOCS*. USA.

Alyas, S.A., Abdulah, A. dan Idris, N.A. (2006). Changes of β -carotene content during heating of red palm olein. *Journal of Oil Palm Research* **18**: 99-102.

Bodhmaghe, A. (2006). *Correlation Between Physical Properties and Flowability Indicators for Fine Powders Characterisation of Food Powder Flowability*. Thesis. Department of Chemical Engineering University of Saskatchewan.

Chen, X.D. dan Li, D. (2009). Food powder technology. *Journal of Food Engineering* **94**: 129.

Ditjenbun (Direktorat Jenderal Perkebunan) (2014). Pertumbuhan areal kelapa sawit meningkat. <http://ditjenbun.pertanian.go.id/berita-362-pertumbuhan-areal-kelapa-sawit-meningkat.html>. [26 Februari 2015].

Dauqan, E., Sani, H.A., Abdullah, A., Muhamad, H. dan Top, A.G.M. (2011). Vitamin E and beta carotene composition in four different vegetable oils. *American Journal of Applied Science* **8**(5): 407-412.

Gamboa, O.D., Gonçalves, L.G. dan Grosso, C.F. (2011). Microencapsulation of tocopherols in lipid matrix by spray chilling method. *Procedia Food Science* **1**: 1732-1739.

Gee, P.T. (2007). Analytical characteristics of crude and refined palm oil and fractions. *European Journal of Lipid Science and Technology* **109**: 373-379.

Ghotra, B.S., Dyal, S.D. dan Narine, S.S. (2002). Lipid shortenings: a review. *Food Research International* **35**: 1015-1048.

Ilic, I., Dreu, R., Burjak, M., Homar, M., Kerc, J. dan Srcic, S. (2009). Microparticle size control and glimepiride microencapsulation using spray congealing technology. *International Journal of Pharmaceutics* **378**: 176-183.

Karabulut, I., Turan, S. dan Ergin, G. (2004). Effects of chemical interesterification on solid fat content and slip melting point of fat/oil blends. *European Food Research and Technology* **218**: 224-229.

Kloek, W., Walstra, P. dan Ton van Vliet (2000). Crystallization kinetics of fully hydrogenated palm oil in sunflower oil mixtures. *Journal of the American Oil Chemists' Society* **77**(4): 389-398.

Metin, S. dan Hartel, R.W. (2005). Crystallization of fats and oils. Dalam: Shahidi, F.(ed.). *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, hal. 45-76. Ed ke-6. John Wiley and Sons, Inc., New Jersey.

Okuro, P.K., Junior, F.E.M. dan Favaro-Trindade. (2012). Technological challenges for spray chilling encapsulation of functional food ingredients. *Food Technology and Biotechnology* **51**(2): 171-182.

Onwulata, C. (2005). *Encapsulated and Powdered Foods*. CRC Press., Boca Raton.

- PORIM (Palm Oil Research Institute of Malaysia) (1995). *Porim Test Methods P2.6*. Palm Oil Research Institute of Malaysia, Malaysia.
- Ribeiro, M.D.M.M., Arellano, D.B. dan Grosso, C.R.F. (2012). The effect of adding oleic acid in the production of stearic acid lipid microparticles with a hydrophilic core by a spray-cooling process. *Food Research International* **47**: 38-44.
- Sillick, M. dan Gregson, C.M. (2012). Spray chill encapsulation of flavors within anhydrous erythritol crystals. *LWT-Food Science and Technology* **48**: 107-113.
- Tashiro, Y., Baba, H., Obatake, K., Sakka, H. dan Sohara, I. (1989). *Process for Producing Fat Powder*. United States Patent. 4855157.
- Wouters, I.M.F. dan Geldart, D. (1996). Characterising semi-cohesive powders using angle of repose. *Particle and Particle Systems Characterization* **13**: 254-259.