

## PEMBUATAN MINYAK SAWIT MERAH DENGAN PROSES FRAKSINASI GANDA

Endang Susilawati, Purboyo Guritno, dan Eka Nuryanto

### ABSTRAK

Olein dapat diproduksi melalui proses fraksinasi ganda yang menghasilkan olein dengan sifat yang berbeda dengan olein yang dihasilkan dengan proses fraksinasi tunggal. Olein yang dihasilkan dengan cara fraksinasi ganda memiliki cold stability yang lebih baik. Pada penelitian ini proses fraksinasi ganda dilakukan untuk menghasilkan minyak sawit merah. Proses fraksinasi ganda meliputi dua tahapan proses. Olein yang dihasilkan dengan cara fraksinasi tunggal, difraksinasi ulang dengan suhu awal air pendingin 13°C, untuk mendapatkan fase supersaturated yang mendorong terjadinya pembentukan kristal. Olein yang dihasilkan didegumming menggunakan 0.1% (v/v)  $H_3PO_4$  85% dan dineutralisasi dengan 24% (v/v)  $Na_2CO_3$  14%. Perolehan minyak sawit merah adalah sebesar 72%, dengan Bilangan Iod sebesar 59,26, Cloud Point 7°C, dan Kadar Karoten 410 ppm.

Kata kunci : minyak sawit, minyak sawit merah, fraksinasi ganda

### PENDAHULUAN

Minyak sawit merupakan minyak nabati yang komposisi asam lemak jenuh dan asam lemak tidak jenuhnya berimbang, sehingga lebih fleksibel digunakan sebagai bahan baku minyak cair atau lemak padat bila dibandingkan dengan minyak nabati lainnya. Kurang lebih 3/4 trigliserida minyak sawit merupakan campuran asam lemak jenuh dan tidak jenuh. Titik leleh minyak sawit bervariasi antara 25-50°C (5). Minyak sawit mentah mengandung komponen minor yang memiliki nilai nutrisi tinggi seperti senyawa karotenoida dan vitamin E (tokoferol dan tokotrienol) dalam jumlah yang cukup tinggi yaitu masing-masing sekitar 500 ppm dan 600-1000 ppm. Beberapa jenis senyawa karotenoida minyak sawit diketahui memiliki aktivitas pro-vitamin A. Senyawa karotenoida minyak sawit memiliki ak-

tivitas pro-vitamin A 10 kali lebih besar dibandingkan dengan wortel dan 300 kali lebih besar dibandingkan dengan tomat (9).

Berbagai metode telah dikembangkan untuk mempertahankan kandungan nilai nutrisi bahan baku untuk pembuatan produk pangan. Minyak sawit kaya akan provitamin A dan vitamin E. Minyak sawit merupakan campuran multikomponen yang kompleks dari bermacam trigliserida dengan titik leleh yang beragam. Beberapa metode telah dikembangkan untuk mendapatkan fraksi cair maupun fraksi padat dari minyak sawit dengan sifat tertentu, misalnya: fraksinasi, hidrogenasi, dan interesterifikasi.

Fraksinasi yang umum digunakan adalah fraksinasi kering yang didasarkan pada perbedaan titik leleh dari komponen trigliserida penyusun minyak sawit.

Proses fraksinasi kering merupakan suatu proses yang banyak digunakan oleh industri. Kristalisasi pada proses fraksinasi adalah suatu metode pemisahan trigliserida menjadi dua atau lebih fraksi yang dapat diklasifikasikan menjadi 2 tahap proses yaitu tahap pembentukan inti kristal dan tahap pertumbuhan kristal. Kedua tahap ini dipengaruhi oleh kondisi proses kristalisasi yang diterapkan, seperti suhu dan pengadukan. Tahap pembentukan inti kristal melibatkan formasi awal embrio kristal, sedangkan tahap pertumbuhan kristal melibatkan difusi trigliserida dari larutan melalui lapisan pembatas yang kemudian bergabung ke dalam struktur *lattice* kristal (4).

Umumnya minyak sawit akan mengkristal pada suhu penyimpanan rendah, khususnya di negara non tropis, sehingga diperlukan suatu proses pengolahan yang tepat untuk mendapatkan minyak sawit yang lebih stabil selama penyimpanan. Oleh karena itu dilakukan proses fraksinasi ganda untuk memisahkan fraksi yang tidak terpisahkan pada proses pemisahan dengan cara fraksinasi tunggal.

Proses fraksinasi bertujuan untuk mendapatkan olein dan stearin dengan karakteristik tertentu. Olein yang dihasilkan dengan proses fraksinasi ganda disebut superolein, sedangkan stearin yang dihasilkan disebut *palm mid fraction*. Olein hasil fraksinasi ganda memiliki *cold stability* yang lebih baik, sehingga lebih stabil dalam penyimpanan dibandingkan olein yang didapatkan dari proses fraksinasi tunggal (8).

Minyak sawit berbentuk semi padat pada suhu ruang dan mengandung triglise-

rida dengan komposisi utama palmitat dan oleat. Komposisi dan sifat dari minyak sawit dapat dimodifikasi dengan berbagai cara misalnya fraksinasi, hidrogenasi, dan interesterifikasi untuk menghasilkan minyak/lemak dengan sifat tertentu. Fraksinasi yang umum digunakan adalah fraksinasi kering yang didasarkan pada perbedaan titik leleh dari komponen trigliserida penyusun minyak sawit.

Pada penelitian ini telah dilakukan proses fraksinasi ganda untuk pembuatan minyak sawit merah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan proses pembuatan minyak sawit merah dengan cara fraksinasi ganda.

## BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan di dalam penelitian ini adalah minyak sawit mentah. Alat kristalisasi yang digunakan memiliki kapasitas 3 l yang merupakan hasil rancangan bangun Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Air pendingin yang digunakan diperoleh dari *refrigerated bath* dan disirkulasikan ke dalam sistem pendingin alat kristalisasi. *Inverter* transistor AF 500 digunakan untuk mengontrol kecepatan putaran pengaduk. Suhu minyak sawit dikontrol menggunakan termokopel.

Sebanyak 3 l minyak sawit mentah dipanaskan hingga mencapai suhu 70 - 80°C, agar homogen. Lalu minyak tersebut dimasukkan ke dalam tabung kristalisasi untuk proses fraksinasi tunggal (2). *Crude olein* yang dihasilkan dari proses fraksinasi tunggal kemudian difraksinasi ulang. Pada tahap pertama proses pendinginan suhu diatur pada 13°C, dan pada tahap kedua suhu diturunkan menjadi

10°C. Kecepatan putaran pengaduk diperlakukan sebesar 15 rpm selama proses berlangsung. Setelah pendinginan kedua dan suhu konstan, proses kristalisasi dihentikan dan minyak difiltrasi menggunakan pompa vakum. Kemudian *crude olein* hasil fraksinasi ganda *didegumming* dengan menambahkan 0,1% (v/v)  $H_3PO_4$  85% dan dinetralisasi menggunakan basa lemah 24% (v/v)  $Na_2CO_3$  14%. Konsentrasi dan jumlah  $H_3PO_4$  dan  $Na_2CO_3$  dipilih berdasarkan penelitian terdahulu dalam pengembangan produksi minyak sawit merah dengan proses fraksinasi tunggal (6). Minyak sawit merah yang dihasilkan dianalisa Perolehan, Bilangan Iod, *Cloud Point*, dan Kadar Karoten (1).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 memperlihatkan sifat fisik dan kimia minyak sawit mentah, *crude olein* yang diproduksi dengan fraksinasi tunggal dan *crude olein* dari fraksinasi ganda. Komposisi (komposisi jumlah) asam lemak dari *crude olein* hasil fraksinasi tunggal berbeda dengan *crude olein* hasil fraksinasi ganda. Dibandingkan dengan fraksinasi tunggal, olein yang diproduksi dengan cara fraksinasi ganda memiliki rasio asam lemak tidak jenuh terhadap asam lemak jenuh serta Bilangan Iod yang lebih tinggi dan nilai *Cloud Point* lebih rendah.

Peningkatan rasio asam lemak tidak jenuh terhadap asam lemak jenuh ini disebabkan adanya sebagian asam lemak dengan titik leleh tinggi yang dapat dipisahkan dengan fraksinasi ganda, namun tidak dapat dipisahkan menggunakan proses fraksinasi tunggal. Peningkatan rasio ini dapat menurunkan nilai *Cloud Point*

dari minyak sawit dan meningkatkan Bilangan Iod. Proses fraksinasi dapat merubah komposisi asam lemak penyusun triglycerida minyak sawit. Komposisi gliserida minyak sawit terdiri dari : a) 8,5% dengan susunan triglycerida dari asam lemak jenuh, yang didominasi oleh PPP (palmitat-palmitat-palmitat), b) 37,7% dengan susunan triglycerida yang mengandung satu ikatan ganda pada asam lemak penyusunnya, yang didominasi oleh POP (palmitat-oleat-palmitat), c) 35% dengan 2 ikatan ganda pada asam lemaknya, yang didominasi oleh POO (palmitat-oleat-oleat), d) 11,7% triglycerida dengan 3 ikatan ganda misalnya: OOO (oleat-oleat-oleat), POL (palmitat-linoleat-oleat), dan PLO (palmitat-linoleat-oleat) dan e) 6,9% triglycerida dengan 4 ikatan ganda. Triglycerida penyusun utama minyak sawit adalah POO dan POP (palmitat-oleat-palmitat) (3).

*Crude olein* hasil proses fraksinasi ganda terutama mengandung triglycerida dengan susunan POO yang lebih tinggi dibandingkan dengan proses fraksinasi tunggal. Proses fraksinasi tunggal mengakibatkan triglycerida dengan susunan POO akan meningkat dan triglycerida dengan susunan PPP berkurang, sehingga mengakibatkan terjadinya perubahan komposisi asam lemak. Bilangan Iod dan *Cloud Point* yang jauh berbeda dengan minyak sawit mentah. Sedangkan pada proses fraksinasi ganda perubahan yang jelas terlihat adalah terjadinya peningkatan triglycerida dengan susunan POO dan POP (palmitat-oleat-palmitat). Namun secara keseluruhan triglycerida dengan susunan SSU (*saturated-saturated-unsaturated*) jumlahnya menurun (10). Hal ini terlihat jelas pada perubahan komposisi asam le-

mak *crude olein* hasil proses fraksinasi tunggal dan fraksinasi ganda yang tidak begitu banyak berubah meskipun nilai *Cloud Point* berkurang dari 14 menjadi 8°C, dan Bilangan Iod meningkat dari

56,33 menjadi 57,83. Penurunan nilai *Cloud Point* disebabkan karena terjadinya peningkatan jumlah trigliserida dengan susunan POO yang cukup tinggi.

Tabel 1. Sifat fisik dan kimia minyak sawit mentah, *Crude olein* (fraksinasi tunggal) dan *Crude olein* (fraksinasi ganda)

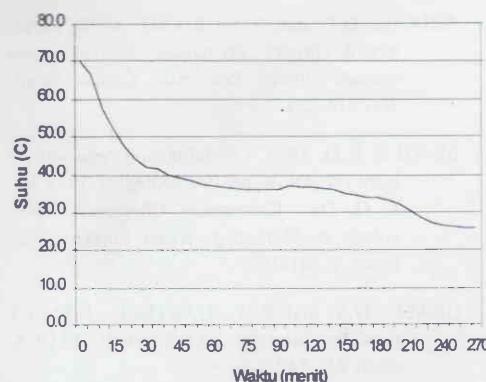
Variabel	Minyak sawit mentah	<i>Crude olein</i> (fraksinasi tunggal)	<i>Crude olein</i> (fraksinasi ganda)
<b>Komposisi asam lemak (%)</b>			
C <sub>14</sub> (miristat)	0,8038	0,7613	0,6568
C <sub>16</sub> (palmitat)	43,1166	39,0809	37,1687
C <sub>18</sub> (stearat)	3,9988	3,2364	3,7811
C <sub>18:1</sub> (oleat)	38,6004	41,9266	42,1523
C <sub>18:2</sub> (linoleat)	12,8907	14,3082	15,6784
C <sub>18:3</sub> (linolenat)	0,4866	0,3432	0,3673
<i>Cloud Point</i> (°C)	24	14	8
Bilangan Iod	53,33	56,33	57,83
Perolehan Olein	-	61,99	86,25

Tabel 2. Perbandingan sifat fisik dan kimia minyak sawit merah hasil fraksinasi tunggal dan fraksinasi ganda

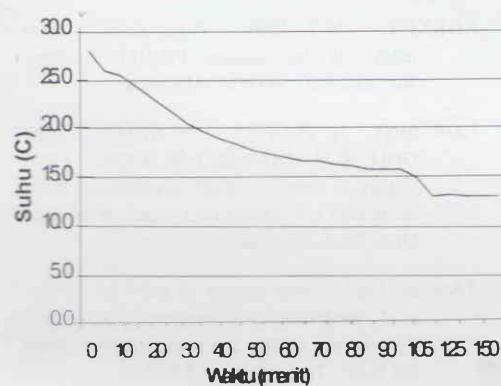
Variabel	Fraksinasi tunggal*	Fraksinasi ganda
<b>Komposisi asam lemak (%)</b>		
C <sub>14</sub> (miristat)	0,9000	0,8016
C <sub>16</sub> (palmitat)	42,6600	38,1968
C <sub>18</sub> (stearat)	2,9200	2,1836
C <sub>18:1</sub> (oleat)	42,1200	43,2783
C <sub>18:2</sub> (linoleat)	11,3900	14,8416
C <sub>18:3</sub> (linolenat)	-	0,2221
<i>Cloud Point</i> (°C)	8	7
Bilangan Iod	56,40	59,26
Perolehan Olein (%)	-	72
Kadar karoten (ppm)	440	410

\* Sumber : Jatmika dan Guritno (6)

Tabel 2 memperlihatkan kadar karoten minyak sawit merah yang dihasilkan dengan fraksinasi ganda cukup tinggi yaitu sebesar 410 ppm, Bilangan Iod 59,26, dan *Cloud Point* 7°C. Pada penelitian pembuatan minyak sawit merah dengan cara fraksinasi tunggal dihasilkan minyak sawit merah dengan kadar karoten sebesar 440 ppm, Bilangan Iod 56,40, dan *Cloud Point* 8°C (6). Pada penelitian ini minyak sawit yang difraksinasi tidak di *degumming* terlebih dahulu, sehingga pada proses kristalisasi pemisahan olein dan stearin tidak berjalan dengan baik. Adanya senyawa-senyawa seperti gum, senyawa sabun, *mineral acidity traces*, dan monogliserida merupakan senyawa penghambat (*inhibitor*) proses kristalisasi (11).



Gambar 1. Pola laju penurunan suhu minyak sawit mentah pada proses fraksinasi tunggal



Gambar 2. Pola laju penurunan suhu olein pada proses fraksinasi ganda

Pola laju penurunan suhu minyak sawit mentah dengan proses fraksinasi tunggal dan fraksinasi ganda masing-masing disajikan pada Gambar 1 dan 2. Suhu awal minyak sawit mentah yang digunakan dalam fraksinasi ganda adalah sebesar suhu ruang. Suhu air pendingin pada tahap pertama kristalisasi diatur pada

13°C untuk mendapatkan fase *supersaturated* kedua, sebagai awal tejadinya pembentukan inti kristal dan pertumbuhan kristal dengan titik leleh tinggi. Fase *supersaturated* pada proses fraksinasi ganda dicapai kurang lebih setelah 90 menit proses kristalisasi berlangsung, yaitu pada suhu 15-16°C (Gambar 2). Dibandingkan dengan Gambar 1, peningkatan suhu pada fase eksotermik tidak terlihat secara visual, karena interval waktu pengukuran suhu yang terlalu lebar. Dengan mempertahankan kecepatan putaran pengaduk pada 15 rpm diharapkan suhu yang dinginkan cepat tercapai sehingga waktu proses kristalisasi lebih singkat.

Jenis pengaduk yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengaduk berbentuk sigmoid. Pengaduk sigmoid memberikan hasil perolehan yang lebih tinggi dibandingkan dengan pengaduk jenis lain (*ellipsoid* dan *rectangle*) (2). Pengadukan selama proses kristalisasi penting untuk mengontrol pembentukan inti kristal dan pertumbuhan kristal (7). Awal pembentukan kristal ditandai dengan terlihatnya bintik-bintik kuning dan selanjutnya pada tahap pembentukan kristal, minyak sawit menjadi berwarna kuning dan mengental. Penghentian proses kristalisasi dilakukan pada saat suhu stabil.

Minyak yang telah mengalami proses kristalisasi harus segera difiltrasi agar tidak terjadi perubahan bentuk kristal yang dapat mempengaruhi perolehan olein dan kualitas minyak yang dihasilkan. Perolehan olein dengan proses fraksinasi dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain: kondisi proses kristalisasi dan proses fil-

## Preparation of red palm oil using double fractionation process

Endang Susilawati, Purboyo Guritno, and Eka Nuryanto

### Abstract

Olein can be produced by double fractionation method. Double fractionation of palm oil produces olein which has different properties from that of the single fractionation. Olein produced by double fractionation has better cold stability. In this study, double fractionation process was applied to produce red palm oil. Double fractionation process involves two stages. The olein obtained from single fractionation was re-refractionated with initial temperature 13°C, to obtain supersaturated phase that can induce crystal formation. The olein obtained from second stage was degummed using 0.1% (v/v)  $H_3PO_4$  85% and neutralized using 24% (v/v)  $Na_2CO_3$  14%. The red palm oil produced by the process was 72%, with Iodine Value, Cloud Point, and Carotene Content were 59.26, 7°C, and 410 ppm, respectively.

Key words : palm oil, red palm oil, double fractionation

### Introduction

Palm oil has balanced composition of saturated and unsaturated fatty acid. Therefore, palm oil is more flexible to be used as raw material for production oil and fat product compared with other vegetable oils. About three-quarters of the glycerides are mixed saturated and unsaturated triglycerides. The oil melts over a range temperatures from 25 to 50°C (5). Crude palm oil contains valuable minor component such as carotenoids and vitamin E (tocopherol and tocotrienols) in the amount of 500 ppm and 600-1000 ppm, respectively. Some of the carotenoids has pro-vitamin A activity. Carotenoids of palm oil has 10 times more pro-vitamin A activity than that of carrot and 300 times than that of tomato (9).

Many food processing methods have been developed to keep the nutrition content of raw material. Palm oil is rich of

nutrition, such as pro-vitamin A and vitamin E. Palm oil is mixed of complex multi-components from triacylglycerols with varying degree of melting point. Some methods have been developed to obtain oil and stearin fraction from palm oil with certain properties, such as fractionation, hydrogenation, and interesterification. Some of modification processes have been developed to obtain nutritional palm oil.

The dry fractionation was generally used. The process was based on differences in melting point of triglyceride component forming palm oil. Dry fractionation is the best fractionation that was chosen by industries. The crystallization process in dry fractionation is the method for triglycerides separation of oil or fat in to two or more fractions and can be classified into two stages, i.e. nucleation and crystal growth. These two stages are affected by the process condition, such as

temperature and agitation. Nucleation is the initial formation of embryonic crystal (nuclei), but crystal growth involves diffusion of the flexible triacylglycerols from the bulk solution across a boundary layer and incorporation with the lattice structure (4).

Usually, palm oil will crystallize in room temperature storage, especially in non tropical countries. Therefore, double fractionation process has been developed to separate the fraction with high melting point, that could not be separated in single fractionation. Olein obtained from double fractionation process is usually called superolein which has different certain properties than olein produced by single fractionation process. The stearin produced was called as palm mid fraction. Olein produced by using double fractionation process has better cold stability storage than that of single fractionation (8).

Palm oil is semi solid oil in room temperature and it contains triglyceride which main fatty acid composition are palmitic and oleic. The composition and properties of palm oil can be modified with fractionation, hydrogenation, and interesterification to produce oil and fat with different properties. The dry fractionation was generally used. The process was based on differences in melting point of triglyceride component forming palm oil. The objective of the study is to develop red palm oil production using double fractionation process.

### Materials and Methods

The material used in this study was crude palm oil (CPO). The crystallization process used a 3 l crystallizer designed by

the Indonesian Oil Palm Research Institute. The chilled water was produced by using refrigerated bath and was circulated to the crystallizer cooling system. AF 500 transistor inverter was used to control the speed of agitator. Temperature of the palm oil was monitored using a thermocouple.

Three liter of CPO was heated until 70-80°C, to obtain the homogenous oil. The homogenous crude palm oil was poured into the crystallizer for single fractionation process (2). Crude olein obtained from single fractionation was re-fractionated. In the first stage of cooling, the temperature was set to 13°C and decreased to 10°C in the second stage. The rotational speed of agitator was kept on 15 rpm during the crystallization process. After the temperature was constant, the oil was filtrated using a vacuum pump. Olein was then degummed with 0.1% (v/v) of H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 85% and neutralized with 24% (v/v) of Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 14%. The concentration and amount of H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> and Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> were selected based on preliminary research that have been developed for producing red palm oil with single fractionation process (6). The variables observed were yield of olein, Iodine Value, Cloud Point, and Carotene Content (1).

### Result and Discussion

Table 1 showed the physical and chemical properties of crude palm oil, crude olein produced by single fractionation and double fractionation. The fatty acid composition of crude olein produced by single fractionation is different from that of double fractionation. The ratio of unsaturated and saturated fatty acid in-

creased, along with Iodine Value. Cloud Point of the crude olein decreased in the double fractionation process.

The increase of unsaturated and saturated fatty acid ratio was caused by high Melting Point fatty acid that can not be separated by single fractionation. The increase of this ratio will reduce the Cloud Point and increase the Iodine Value of palm oil. Fractionation process changes the composition of palm oil triglyceride. The composition of palm oil triglyceride is as follows: a) 8.5% of triglyceride with saturated fatty acid mainly formed by PPP

(palmitic-palmitic-palmitic), b) 37.7% of triglyceride with one double bond (in fatty acid) mainly formed by POP (palmitic-oleic-palmitic), c) 35% of triglyceride with two double bond (in fatty acid) mainly formed by POO (palmitic-oleic-oleic), d) 11.7% of triglyceride with three double bond, such as OOO (oleic-oleic-oleic), POL (palmitic-oleic-linoleic), and PLO (palmitic-linoleic-oleic) and e) 6.9% of triglyceride with four double bond. Palm oil triglyceride mainly formed by POO and POP (3).

**Table 1.** Physical and chemical properties of crude palm oil, crude olein (single fractionation) and crude olein (double fractionation)

Variable	Crude palm oil	Crude olein (single fractionation)	Crude olein (double fractionation)
<b>Fatty acid composition (%):</b>			
C <sub>14</sub> (miristic)	0,8038	0,7613	0,6568
C <sub>16</sub> (palmitic)	43,1166	39,0809	37,1687
C <sub>18</sub> (stearic)	3,9988	3,2364	3,7811
C <sub>18:1</sub> (oleic)	38,6004	41,9266	42,1523
C <sub>18:2</sub> (linoleic)	12,8907	14,3082	15,6784
C <sub>18:3</sub> (linolenic)	0,4866	0,3432	0,3673
Cloud Point (°C)	24	14	8
Iodine Value	53,33	56,33	57,83
Olein Yield (%)	-	61,99	86,25

Crude olein produced by double fractionation mainly contains POO triglyceride, which is higher than that of single fractionation. In the process of single fractionation, POO triglyceride increased while PPP triglyceride decreased. This condition changed the fatty acid composition, Iodine Value, and Cloud Point of olein which differed greatly than those of crude palm oil. In double fractionation process, POO and POP triglyceride increased, but generally the amount of triglyceride with SSU (saturated-saturated-unsaturated) formation decreased (10). The process caused a little change in fatty acid composition, although the value of Cloud Point decreased from 14 to 8°C, and Iodine Value increased from 56.33 to 57.83. The decrease of Cloud Point was due to the increase of POO triglyceride.

Tabel 2 showed that Carotene Content of red palm oil was 410 ppm, Iodine Value of 59.26, and Cloud Point of 7°C. The single fractionation process for producing red palm oil in previous research produced red palm oil with Carotene Content of 440 ppm, Iodine Value of 56.40, and Cloud Point of 8°C (1). In this study, the fractionated palm oil was not degummed prior to be crystallized, so that the olein and stearin were not optimally separated. Gum, soap component, mineral acidity traces, and monoglyceride act as inhibitor of crystallization process (11).

The pattern of crude palm oil temperature in single fractionation process and double fractionation process were shown in Figure 1 and 2, respectively. Room temperature was used as a reference of the initial temperature of olein in the econd stage of fractionation. The

Table 2. Comparison of the physical and chemical properties of red palm oil produced with single fractionation and double fractionation

Variable	Single fractionation*	Double fractionation
<b>Fatty acid composition (%)</b>		
C <sub>14</sub> (miristic)	0,9000	0,8016
C <sub>16</sub> (palmitic)	42,6600	38,1968
C <sub>18</sub> (stearic)	2,9200	2,1836
C <sub>18:1</sub> (oleic)	42,1200	43,2783
C <sub>18:2</sub> (linoleic)	11,3900	14,8416
C <sub>18:3</sub> (linolenic)	-	0,2221
Cloud Point (°C)	8	7
Iodine Value	56,40	59,26
Olein Yield (%)	-	72
Caroten Content (ppm)	440	410

\* Source : Jatmika and Guritno (6)

temperature of chilled water in the first stage of cooling on double fractionation was set to 13°C in order to obtain the second supersaturated phase which initiates the formation and growth of nuclei with a high melting point. Supersaturated phase in double fractionation reached at temperature between 15-16°C for about 90 minutes (Figure 2). Compared to Figure 1, the increase of temperature due to exothermic phase cannot be seen visually, because the interval temperature reading during the double fractionation was too wide. The speeds of agitator keep constantly at 15 rpm to obtain the shortest time of red palm oil process.

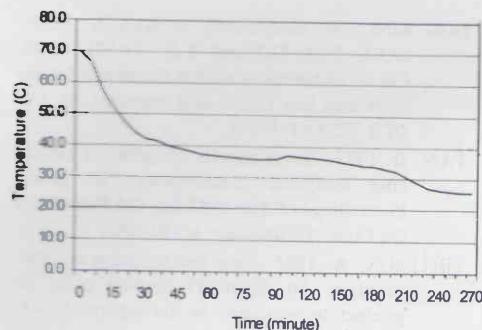


Figure 1. CPO temperature pattern of single fractionation process

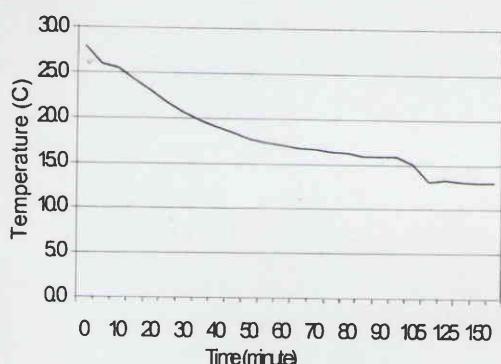


Figure 2. Olein temperature pattern of double fractionation process

The sigmoid shape agitator was used in this study. The sigmoid agitator gave the best yield compared to other shapes (ellipsoid and rectangle) (2). Agitation during crystallization process is important to control the formation and growth of nuclei (7). The beginning of crystal formation is noted by yellow spot. Then in the growing stage, the palm oil becomes yellow and more viscous. Crystallization process terminated when the stable temperature achieved.

The crystallized palm oil has to be filtered immediately to avoid the change of crystal form, which can affect the olein yield and the quality of oil produced. The olein yield is affected by several factors such as operating condition of crystallization and filtration processes. Crystallization process produce crystals with various size of 1 – 1000  $\mu\text{m}$  depending on condition of crystallization process applied. The condition during crystallization process has to be controlled in order to obtain crystal in appropriate size and stable form to achieve high yield and good quality olein. The red palm oil yield of the process is 72%. To achieve higher olein yield, the crystallization and filtration process have to be appropriately controlled.

### Conclusions

The yield of red palm oil produced was 72%, with Iodine Value of 59.26, Cloud Point of 7°C, and Carotene Content of 410 ppm. The advantage of using double fractionation process over the single fractionation i.e. the red palm oil produced was less viscous and better cold stability, due to higher Iodine Value and lower Cloud Point. However, the disadvantage was longer processing time and the Carotene Content was lower than the red palm oil produced using single fractionation.

### References

- AOAC. 1990. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. 15 th Ed. Arlington V.A. AOAC Inc.
- ARIANA, D.P. dan P. GURITNO. 1995. Karakteristik proses kristalisasi minyak sawit mentah. Jurnal Penelitian Kelapa Sawit, 3(3):215-225

3. BERGER, K.G. 1989. Crystallization behaviour of palm oil. Di dalam Proceeding of 1989 Int. P. O. Dev. Conference- Chemistry, Technology & Marketing, Kuala Lumpur, Malaysia, p.341-359.
  4. GRALL, D.S. and R.W. HARTELL. 1992. Kinetics of butterfat crystallization. JAACS, 69(8):741-747.
  5. HARTLEY, C.W.S. 1988. The oil palm. Longman scientific and technical, John Wiley & sons, Inc., New York.
  6. JATMIKA, A. dan P. GURITNO. 1996. Produksi minyak sawit kaya pro-vitamin A. Jurnal Penelitian Kelapa Sawit, 4(1):17-25.
  7. KOKKEN, M.J. 1990. Superoleins from palm oil fractionation. PORIM Bulletin, No. 20:13-20. PORIM, Malaysia.
  8. NORAINI, H. HANIRAH, N. SUDIN, FLINGGOH, C.H. OH and T.S. TANG. 1995. Clarity of blends of double fractionated palm olein with low Erucic acid rapeseed oil. JAACS, 72(4):443-448.
  9. TAN, B. 1987. Novel aspects of palm oil carotenoid analytical biochemistry. Di dalam Proceedings of The 1987 Int. Oil Palm/Palm Oil Conf.-Technology, p.370-376.
  10. TIRTIAUX, A. 1983. New fats by palm oil fractionation. Di dalam Proceeding palm oil product technologies in the eighties, p.341-360.
  11. van PUTTE, K.P.A.M. and B.H. BAKKER. 1987. Crystallization Kinetics of palm oil. JAACS, 64(8):1138-1143.

2020