

BAB II

PROSES PRODUKSI

A. Tinjauan Pustaka

1. Bahan Baku

a. Kelapa Sawit

Kelapa sawit biasanya terdapat di daerah tropis seperti Amerika latin, Asia Tenggara dan Afrika. Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) yang berasal dari bagian barat laut Afrika terdapat di daerah Guinea Bissau dan di Amerika Latin *Elaeis oleifera* terdapat di daerah Brazil (Guedes et al., 2011). Klasifikasi tanaman kelapa sawit menurut Pahan (2012), sebagai berikut: divisi Embryophyta Siphonagama, kelas Angiospermae, ordo Monocotyledonae, famili : Arecaceae (dahulu disebut Palmae), subfamili Cocoideae, genus *Elaeis* dan spesies *Elaeis guineensis* Jacq.

Hampir semua bagian pohon kelapa sawit dapat dimanfaatkan. Batang kelapa sawit dapat digunakan sebagai bahan untuk bahan konstruksi, pembuatan pulp, bahan kimia turunan dan lain-lain. Buah kelapa sawit dapat diolah menjadi minyak sawit yang bermanfaat untuk bidang pangan maupun non pangan, sehingga bagian ini bernilai ekonomi tinggi. Bagian lainnya seperti sabut dan *sludge*, tandan kosong, cangkang, dan bungkilnya juga dapat dimanfaatkan sebagai pupuk (Muchtadi, 2014).

Buah sawit umumnya berwarna ungu hitam pada saat muda kemudian berubah menjadi kuning merah ketika sudah tua dan siap untuk dipanen (Muchtadi, 2014). Buah ini memiliki panjang 2 hingga 5 cm dan berat 1,5 hingga 3 gram. Daging buah berwarna putih kuning ketika masih muda dan berwarna jingga setelah matang (Ketaren, 2012).

Buah kelapa sawit tersusun atas beberapa bagian, yaitu (Ayustaningwarno, 2012) :

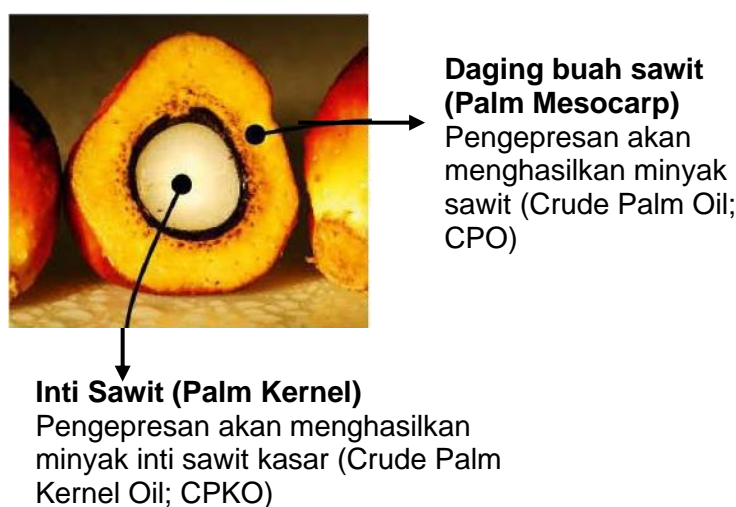
- a. Perikarp, meliputi:
 - Epikarpium yaitu kulit buah yang keras dan licin.
 - Mesokarpium yaitu bagian buah yang berserabut dan

mengandung minyak dengan rendemen paling tinggi yang menghasilkan *crude palm oil* (CPO).

b. Biji, meliputi:

- Endokarpium yaitu tempurung sawit yang berwarna hitam dan keras.
- Endosperm yaitu kernel atau daging biji yang berwarna putih.

Gambar dari kelapa sawit beserta dengan bagian-bagian penyusunnya ditampilkan pada Gambar II.1.



Gambar II.1 Bagian Penyusun Kelapa Sawit (Hariyadi, 2014).

b. *Crude Palm Oil* (CPO)

Minyak sawit berasal dari ekstraksi buah tanaman kelapa sawit. Buah kelapa sawit terdiri dari 80% bagian perikarp (epikarp dan mesocarp) dan 20% biji (endocarp dan endosperm). Dari kelapa sawit, dapat diperoleh dua jenis minyak yang berbeda sifatnya, yaitu minyak dari inti sawit (endosperm) sawit disebut minyak inti sawit dan minyak dari sabut (mesocarp) sawit disebut minyak sawit (Ketaren, 2012).

Crude Palm Oil (CPO) adalah produk utama dalam pengolahan minyak sawit. CPO ini dihasilkan dari bagian kelapa sawit yang bernama pericarp, untuk mendapatkan minyaknya dilakukan dengan cara perebusan, pelumatan, dan pengepresan. CPO berupa minyak yang agak kental berwarna kuning jingga kemerah-merahan. CPO

mengandung asam lemak bebas (ALB) 5% dan mengandung banyak β -karoten dan vitamin E (800 – 900 ppm) (Pahan, 2012).

Komponen utama dari CPO adalah triasilgliserol (94%), sedangkan sisanya berupa asam lemak bebas (3 – 5%), dan komponen minor (1%) yang terdiri dari karotenoid, tokoferol, tokoretinol, sterol, fosfolipid, dan glikolipid (Ketaren, 2012). Sebagian besar karotenoid dalam CPO terdiri dari α -karoten, dan β -karoten (90% dari total karotenoid CPO) (Ketaren, 2012). CPO masih mengandung zat tersuspensi seperti getah dan masih mengandung bahan pengotor lainnya serta bau yang tidak diinginkan, maka dari itu perlu dilakukan pemurnian dan pemisahan pada CPO (Jatmiko dan Guritno, 2006).

Crude Palm Oil (CPO) merupakan minyak mentah hasil pengolahan buah sawit. Menurut Shahidi (2005), pengolahan buah sawit menjadi CPO dilakukan dalam beberapa tahap yaitu penerimaan tandan buah segar (TBS), perebusan, perontokan, pelumatan, ekstraksi minyak dan klarifikasi.

Dalam pembuatan minyak goreng terlebih dahulu tandan buah segar kelapa sawit diproses untuk pembuatan CPO yang sering disebut minyak mentah atau minyak kasar. Minyak kasar tersebut sebelum dapat digunakan sebagai minyak goreng harus terlebih dahulu mengalami berbagai tahap rantai pengolahan. CPO yang dikumpulkan dari hasil pengepresan dialirkan ke tangki klarifikasi. Kemudian dipanaskan untuk mengurangi kadar airnya, lalu dimasukkan kedalam pengering vakum sehingga kadar airnya berkurang. Kotoran-kotoran dalam minyak dipisahkan dengan sistem pengendapan (settling) dan pemusingan. Hasil minyak sawit mentah disimpan dalam tangki-tangki penyimpanan (Winarno, 2008).

c. Analisis Bahan Baku

Sebelum dilakukan proses produksi, CPO yang diterima dianalisa terlebih dahulu kandungan FFAnya. CPO dengan kandungan FFA 3,5 diproduksi untuk kebutuhan packing produk, sedangkan FFA <3,5 digunakan sebagai bulk produk. Secara umum, kualitas minyak

ditentukan oleh kadar asam lemak bebas, *moisture*, metal, DOBI, produk hasil oksidasi, dan unsur minor seperti fosfatida, karoten dan tokoferol.

Analisa bahan baku meliputi (Andarwulan, 2002) :

1. Kandungan FFA (*Free Fatty Acid*) ini menentukan pemanasan terakhir di tahap deodorisasi. Asam lemak bebas terbentuk ketika terjadi pelepasan ikatan pada molekul trigliserida, digliserida dan monogliserida akibat reaksi hidrolisis enzimatis ataupun kimia. Pembentukan asam lemak bebas akan mempercepat kerusakan oksidatif minyak karena lebih mudah teroksidasi dibandingkan dalam bentuk esternya. Keberadaan asam lemak bebas ini biasanya dijadikan indikator awal terjadinya kerusakan minyak karena asam lemak bebas memiliki kemampuan untuk berdegradasi menjadi keton dan aldehid pada suhu tinggi dan kontak dengan logam. Dimana aldehid dan keton merupakan senyawa penyebab bau tengik pada minyak dan lemak.
2. *Moisture* dan *impurities* digunakan untuk menentukan temperature di *pre-treatment*. Keberadaan *moisture* dalam minyak pada kondisi tertentu akan menyebabkan reaksi hidrolisis pada trigliserida yang menghasilkan asam lemak bebas dan gliserol.
3. DOBI (*Deterioration of Bleachability Index*) merupakan suatu parameter dalam minyak yang menyatakan seberapa mudah minyak tersebut di *bleaching* berdasarkan keadaan karoten yang ada di dalam minyak serta jumlah produk hasil secondary oksidasi. CPO yang mudah di *bleaching* memiliki DOBI 4, sementara CPO dengan kualitas rata-rata umumnya memiliki DOBI 2-3.
4. *Iodine Value* adalah suatu besaran untuk mengukur derajat ketidak jenuhan dalam asam lemak, ini dinyatakan dengan jumlah gr iodine yang diserap oleh 100 gr lemak. Bilangan iodine tergantung pada jumlah asam lemak tidak jenuh dalam minyak. Lemak yang akan diperiksa dilarutkan dalam isooktan kemudian ditambahkan larutan iodine berlebih, sisa iodine yang tidak bereaksi dititrasi dengan Na-tiosulfat.

5. *Peroxide Value* adalah indeks jumlah lemak atau minyak yang telah mengalami oksidasi. Angka peroxide sangat penting untuk identifikasi tingkat oksidasi minyak. Adanya peroxide juga dapat mempercepat proses timbulnya ketengikan pada minyak.
6. Karoten adalah vitamin A yang terkandung dalam minyak dan berpengaruh terhadap warna minyak. Keberadaan karoten akan menyebabkan warna kemerahan yang tidak diinginkan konsumen sehingga karoten perlu dihilangkan dalam proses pengolahan minyak.

d. Minyak Kelapa Sawit

Minyak kelapa sawit berasal dari buah tanaman kelapa sawit yang didapat dengan cara mengekstraksi buah tersebut. Kelapa sawit menghasilkan dua jenis minyak yang berlainan sifatnya, yaitu *Crude Palm Oil* atau CPO dan *Palm Kernel Oil* atau PKO. CPO adalah minyak yang berasal dari sabut (*mesokarp*) kelapa sawit, sedangkan PKO adalah minyak yang berasal dari inti (*kernel*) kelapa sawit (Somaatmadja, 1981). Perbedaan kedua jenis minyak ini terletak pada kandungan asam lemaknya. Minyak inti sawit mengandung asam kaproat dan asam kaprilat yang tidak terdapat dalam minyak sawit (Muchtadi, 2014).

Menurut Ketaren (2012), minyak kelapa sawit adalah salah satu jenis minyak sayur yang amat tinggi kandungan lemak jenuhnya (seperti minyak kelapa) sehingga bersifat semi padat pada suhu kamar. Rata-rata komposisi asam lemak minyak kelapa sawit dapat dilihat pada Tabel II.1.

Tabel II.1. Komposisi Asam Lemak Minyak Kelapa Sawit

Asam lemak	Kadar (%)
1. Asam Lemak Tak Jenuh	
a. Asam Oleat	39-45
b. Asam linoleate	7-11
2. Asam Lemak Jenuh	
a. Asam miristat	1,1-2,5
b. Asam palmitat	40-46
c. Asam stearate	3,6-4,7

Sumber : Ketaren, 2012

Bentuk semi padat minyak sawit mentah disebabkan oleh kandungan asam lemak jenuh yang tinggi, sekitar 50% asam lemak pada minyak sawit merupakan asam lemak jenuh dengan komponen utama asam palmitat, sekitar 40% asam lemak tidak jenuh tunggal (asam oleat) dan sekitar 10% asam lemak tidak jenuh jamak (asam linoleat). Kandungan asam palmitat yang tinggi ini membuat minyak sawit lebih tahan terhadap oksidasi (ketengikan) dibandingkan jenis minyak lain. Asam palmitat yang berbentuk bebas dan berbentuk terikat sebagai monopalmitin, dipalmitin dan tripalmitin memiliki titik leleh yang relatif tinggi (di atas 60°C), sehingga pada suhu ruang senyawa tersebut berbentuk padat. Asam oleat merupakan asam lemak tidak jenuh rantai panjang dengan panjang rantai C₁₈ dan memiliki satu ikatan rangkap. Titik cair asam oleat lebih rendah dibandingkan asam palmitat yaitu 14°C (Ketaren, 2012).

Menurut Ketaren (2012), warna minyak ditentukan oleh adanya pigmen yang masih tersisa setelah proses pemucatan, karena asam-asam lemak dan gliserol tidak berwarna. Warna orange atau kuning disebabkan adanya pigmen karoten yang larut dalam minyak. Pigmen berwarna merah, jingga atau kuning disebabkan oleh karotenoid yang bersifat larut dalam minyak. Karotenoid bersifat tidak stabil pada suhu tinggi dan jika minyak dialiri uap panas, maka warna kuning akan hilang. Karotenoid tersebut tidak dapat dihilangkan dengan proses oksidasi.

Dengan kandungan kadar karoten tinggi, minyak kelapa sawit merupakan sumber provitamin A yang murah dibandingkan dengan bahan baku yang lainnya. Minyak kelapa sawit dihasilkan dari proses ekstraksi bagian kulit atau sabut buah yang disebut minyak mentah atau yang lebih dikenal dengan *Crude Palm Oil* (CPO) dan bagian dari biji buah disebut *Palm Kernel Oil* (PKO). Kedua jenis minyak mentah tersebut masih mengandung *Free Fatty Acid* (FFA) atau asam lemak bebas, fosfat, pigmen, bau, air dan sebagainya (Pasaribu, 2004).

2. Bahan Penunjang Proses Pengolahan Minyak Kelapa Sawit

a. Asam Fosfat (*Phosphat acid / PA*)

Menurut Somaatmadja (1991), asam fosfat pertama kali diolah oleh Boyle pada tahun 1964 dengan melarutkan P_4O_{10} dalam air setelah ditemukan unsur phosphor. Sifat-sifat fisika dan kimia dari asam fosfat adalah:

- Rumus molekul : H_3PO_4 ,
- BM : 98
- Titik lebur : $42,35^{\circ}C$,
- ρ : $1,88 \text{ gr/cm}^3$

Asam fosfat berupa suatu garam anhidrat tidak berwarna berbentuk kristal yang sangat mudah larut dalam air. Asam fosfat digunakan dalam proses penghilangan kotoran atau gum, karena dapat mengikat getah atau gum dalam CPO. Asam fosfat dapat mengikat getah atau gum dengan cara flokulasi dan juga mengikat ion-ion logam dalam CPO. Asam fosfat yang dapat digunakan adalah asam fosfat 85% dan termasuk golongan bahan kimia untuk industri makanan (*food grade*) (Madya dan Azis, 2006).

b. Bahan Pemucat (*Bleaching Earth*)

Menurut Ketaren (2012), pemucatan adalah suatu tahap pemurnian minyak untuk menghilangkan zat-zat warna yang tidak disukai dalam minyak. Pemucatan ini dilakukan dengan mencampur minyak dengan sejumlah kecil adsorben. Beberapa adsorben yang biasa digunakan adalah tanah pemucat, arang dan arang aktif.

Proses aktivasi arang dilakukan secara aktivasi kimia dengan larutan $ZnCl_2$. Pada aktivasi tersebut, dimaksudkan agar $ZnCl_2$ sebagai aktivator akan bereaksi dan melarutkan pengotor-pengotor di dalam arang berupa tar dan atom-atom karbon bebas, sehingga pori - pori arang menjadi terbuka atau terbebas dari pengotor-pengotor tersebut. Hal ini berdampak pada semakin luasnya permukaan aktif dari arang, sehingga akan memperbesar daya adsorpsi arang aktif tersebut (Komaladewi, 2008).

Bleaching Earth merupakan sejenis tanah liat dengan komposisi utama terdiri dari SiO_2 , Al_2O_3 , air terikat serta ion kalsium, magnesium oksida dan besi oksida. Dalam proses pengolahan minyak goreng, *bleaching earth* digunakan sebagai penyerap unsur-unsur pembawa warna yang melekat pada CPO (*Crude Palm Oil*). Sebagai adsorben, arang diaktivasi terlebih dahulu untuk memperbesar luas permukaan aktif dengan cara membuka pori-pori yang tertutup oleh tar dan atom-atom bebas (Prawira, 2008).

Kinerja adsorpsi dipengaruhi oleh faktor-faktor proses seperti jenis adsorben, suhu, pH adsorpsi, efektifitas pengontakan, jenis adsorbat, dan ukuran molekul adsorbat. Daya pemucat *Bleaching Earth* disebabkan karena ion Al^{3+} pada permukaan partikel adsorben yang dapat mengadsorpsi partikel zat warna. Penambahan asam-asam mineral seperti HCl atau H_2SO_4 akan mempertinggi aktivitas adsorben sehingga daya pemucatnya naik. Hal ini disebabkan asam-asam mineral tersebut melarutkan komponen-komponen garam Ca dan Mg yang membuka pori-pori adsorben (Kumar, 2004).

Menurut Kumar (2004), daya penyerapan BE (*Bleaching Earth*) terhadap warna akan lebih efektif jika adsorben mempunyai bobot jenis yang rendah, kadar air tinggi, ukuran partikel halus dan pH adsorben mendekati netral. Komposisi kimia tanah pemucat BE (*Bleaching Earth*) dapat dilihat pada Tabel II.2.

Tabel II.2. Komposisi Kimia *Bleaching Earth*

Kandungan	Jumlah (%)
SiO_2	70,30
Al_2O_3	13,97
Fe_2O_3	0,15
TiO_2	0,50
CaO	0,55
MgO	1,64
K_2O	0,96
Na_2O	0,61

Sumber : Ketaren (2012)

Proses aktivasi arang dilakukan secara aktivasi kimia dengan larutan ZnCl_2 . Pada aktivasi tersebut, dimaksudkan agar ZnCl_2 sebagai aktivator akan bereaksi dan melarutkan pengotor-pengotor di dalam arang yang berupa tar dan atom-atom karbon bebas, sehingga

pori- pori arang menjadi terbuka atau terbebas dari pengotor-pengotor tersebut. Hal ini berdampak pada semakin luasnya permukaan aktif dari arang, sehingga akan memperbesar daya adsorpsi arang aktif terhadap CPO (*Crude Palm Oil*) yang akan diproses (Komaladewi, 2008 dikutip dalam Haryono, 2012).

3. Proses Produksi Minyak Goreng Kelapa Sawit Secara Umum

Menurut Ketaren (2012), dalam proses pembuatan minyak goreng dari kelapa sawit mula-mula pada bahan baku yaitu CPO dilakukan proses pemurnian agar dapat menghilangkan rasa dan bau yang tidak enak serta warna yang tidak menarik dan memperpanjang masa simpan minyak.

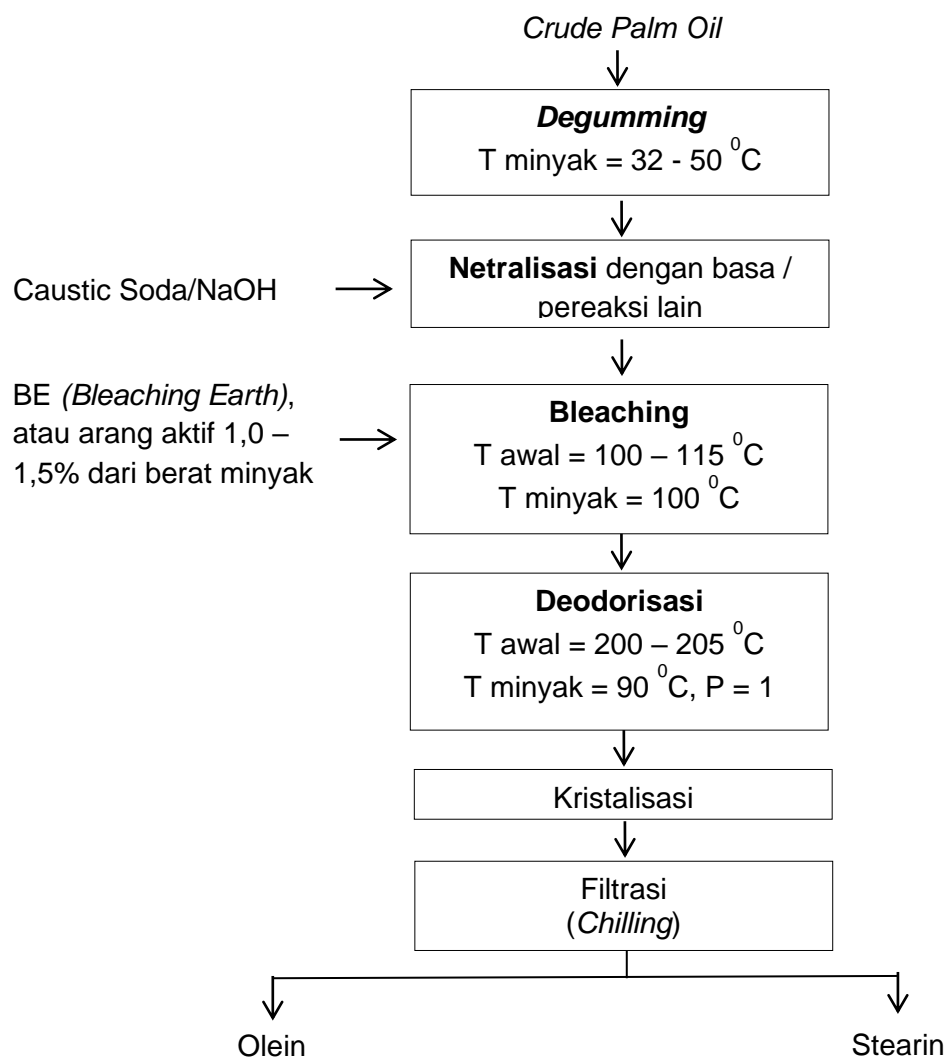
Pemurnian CPO bertujuan untuk menghilangkan komponen-komponen yang masih terikut ketika proses pengekstrakan minyak seperti serat mesokrap, kelembaban, asam lemak bebas, phospholipida, logam, produk oksidasi, dan bahan-bahan yang memiliki bau yang kuat (Ayustaningwarno, 2012).

Tujuan utama dari proses pemurnian adalah untuk menghilangkan rasa serta bau yang tidak enak, warna yang tidak menarik, dan memperpanjang masa simpan minyak sebelum dikonsumsi atau digunakan sebagai bahan mentah dalam industri. Pada umumnya minyak untuk tujuan bahan pangan dimurnikan melalui tahapan proses sebagai berikut: (1) Degumming; (2) Netralisasi; (3) Bleaching/Dekolorisasi; (4) Deodorisasi; (5) Fraksinasi; (Ketaren, 2012). Proses pemurnian minyak goreng kelapa sawit secara umum dapat dilihat pada Gambar II.2.

a. Proses Degumming

Proses degumming adalah menghilangkan zat-zat yang terlarut atau zat-zat yang bersifat koloidal, seperti : resin, gum, protein dan fosfatida dan air yang terkandung dalam CPO (*Crude Palm Oil*). Proses degumming dilakukan dengan cara memanaskan minyak pada suhu 85°C selama 15 menit dilanjutkan penambahan asam fosfat 0,1-0,4% (orthoposporit acid). Protein dan getah akan

mengalami koagulasi; sehingga perlu dilakukan proses pengendapan dan pemisahan antara minyak dan koagulan (Yussof, 2003).



Gambar II.2. Diagram Alir Proses Pengolahan Minyak Kelapa Sawit secara Umum (Ketaren, 2012).

Proses degumming dibedakan menjadi beberapa macam, antara lain : *water degumming*, *dry degumming*, *enzymatic degumming*, *membrane degumming*, dan *acid degumming* (Dijkstra dan Opstal, 1987; Zufarov *et al.*, 2008).

Proses degumming yang paling banyak digunakan dewasa ini adalah proses degumming dengan menggunakan asam. Pengaruh yang ditimbulkan oleh asam tersebut adalah menggumpalkan dan

mengendapkan zat-zat seperti protein, fosfatida, gum dan resin yang terdapat dalam minyak mentah (Ketaren, 2012).

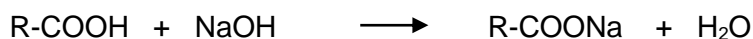
Proses *degumming* dilakukan untuk memisahkan getah tanpa mereduksi asam lemak pada minyak. Proses *degumming* menurut Widarta (2008) dilakukan dengan memasukkan CPO sebanyak 60 kg ke dalam reaktor kemudian dipanaskan hingga 80 °C, dan ditambahkan PA 85% sebanyak 0,15% berat CPO yang digunakan. Minyak kemudian diaduk pada kecepatan 56 rpm selama 15 menit.

Acid degumming CPO dengan asam fosfat dimaksudkan untuk memisahkan fosfatida yang merupakan sumber rasa dan warna yang tidak diinginkan (Madya dan Azis, 2006). Senyawa fosfatida dalam minyak terdiri dari dua macam yaitu fosfatida *hydratable* dan fosfatida *non hydratable*. Fosfatida *hydratable* mudah dipisahkan dengan penambahan air pada suhu rendah sekitar 40°C. Penambahan air ini mengakibatkan fosfolipid akan kehilangan sifat lipofiliknya dan berubah sifat menjadi lipofobik sehingga mudah dipisahkan dari minyak (Dijkstra dan Opstal, 1987). Fosfatida *non hydratable* harus dikonversi terlebih dahulu menjadi fosfatida *hydratable* dengan penambahan larutan asam dan dilanjutkan dengan proses netralisasi. Asam yang biasa digunakan pada proses degumming adalah asam fosfat dan asam sitrat (Thiagarajan dan Tang, 1991).

b. Proses Netralisasi

Netralisasi adalah suatu proses untuk memisahkan asam lemak bebas dari minyak atau lemak, dengan cara mereaksikan asam lemak bebas dengan basa atau reaksi lainnya sehingga membentuk sebuah sabun (*soap stock*) (Ketaren, 2012).

Netralisasi dengan *Caustic Soda* (NaOH) banyak dilakukan karena lebih efisien dan lebih murah dibandingkan dengan cara netralisasi lainnya, selain itu, penggunaan NaOH membantu dalam mengurangi zat warna dan kotoran yang berupa getah dan lendir dalam minyak (Ketaren, 2012). Reaksi penyabunannya sebagai berikut :



Kondisi reaksi yang optimum pada tekanan atmosfer adalah pada suhu 70°C, dimana reaksinya merupakan reaksi kesetimbangan yang akan bergeser ke sebelah kanan. *Caustic Soda* yang direaksikan biasanya berlebihan, sekitar 5 % dari kebutuhan *stokiometris*. Sabun yang terbentuk dipisahkan dengan cara pengendapan. *Caustic Soda* disamping berfungsi sebagai penetralisir asam lemak bebas, juga memiliki sifat penghilang warna (*decolorization*) (Bailey, A.E., 1994).

c. Proses Bleaching

Proses bleaching (pemucatan) dimaksudkan untuk mengurangi atau menghilangkan zat-zat warna (pigmen) dalam minyak kelapa sawit mentah. Warna minyak kelapa sawit mentah dapat berasal dari bahan dasar minyak ataupun warna yang timbul pada proses pengolahan CPO (*Crude Palm Oil*) menjadi minyak goreng. Pigmen yang biasa terdapat di dalam suatu minyak mentah ialah *carotenoid* yang berwarna merah atau kuning, *chlorophyllida* dan *phaeophytin* yang berwarna hijau. Pemucatan minyak sawit di industri pengolahan minyak sawit, umumnya dilakukan dengan adsorben berupa BE (*Bleaching Earth*). Pemucatan minyak sawit dengan BE (*Bleaching Earth*) secara komersial dilakukan pada suhu 100-130°C selama 30 menit, dengan kadar sebanyak 6-12 kg/ton minyak sawit atau sekitar 0,6-1,2% (Pahan, 2012).

Proses *bleaching* (pemucatan) yang digunakan adalah proses *bleaching* dengan absorpsi. Proses ini menggunakan zat penyerap (absorben) yang memiliki aktivitas permukaan yang tinggi untuk menyerap zat warna yang terdapat dalam minyak mentah. Disamping menyerap zat warna, absorben juga dapat menyerap zat yang memiliki sifat koloidal lainnya seperti gum dan resin. Absorben yang paling banyak digunakan dalam proses *bleaching* minyak dan lemak adalah tanah pemucat (*Bleaching Earth*) dan arang (*Carbon*). Arang sangat efektif dalam penghilangan pigmen warna merah, hijau dan biru, tetapi karena harganya terlalu mahal maka dalam pemakaiannya biasanya dicampur dengan tanah pemucat dengan jumlah yang disesuaikan terhadap jenis minyak mentah yang akan dipucatkan. Proses

pemucatan biasanya dilakukan dengan penyerapan melalui bleaching earth (bentonit), arang aktif dan lain sebagainya (Syah, 2006).

Pemucatan minyak menggunakan adsorben umumnya dilakukan dalam ketel yang dilengkapi dengan pipa uap. Minyak yang akan dipucatkan dipanaskan pada suhu sekitar 105 °C, selama 1 jam. Penambahan adsorben dilakukan pada saat minyak mencapai suhu 70-80 °C, dan jumlah adsorben kurang lebih sebanyak 1,0-1,5 % dari berat minyak, selanjutnya minyak dipisahkan dengan adsorben dengan cara penyaringan menggunakan kain tebal atau dengan cara pengepresan dengan filter press. Minyak yang hilang karena proses tersebut kurang lebih 0,25 % dari berat minyak yang dihasilkan selama proses pemucatan (Ketaren, 2012).

d. Proses Deodorisasi

Proses deodorisasi bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan rasa dan bau yang tidak dikehendaki dalam minyak untuk makanan. Senyawa-senyawa yang menimbulkan rasa dan bau yang tidak enak tersebut biasanya berupa senyawa yang merupakan hasil dekomposisi senyawa asam lemak bebas, senyawa-senyawa aldehid dan keton serta senyawa-senyawa yang mempunyai volatilitas tinggi lainnya. Proses deodorisasi yang banyak dilakukan adalah cara distilasi uap yang didasarkan pada perbedaan harga volatilitas gliserida dengan senyawa-senyawa yang menimbulkan rasa dan bau tersebut, dimana senyawa-senyawa tersebut lebih mudah menguap dari pada gliserida. Uap yang digunakan adalah *Super Heated Steam* (uap kering), yang mudah dipisahkan secara kondensasi (Gunstone, F. D dan F. B Padley. 1997).

CPO yang telah melewati proses *degumming*, *bleaching*, dan *filtration* maka sudah menjadi DBPO yang siap untuk proses selanjutnya yakni deasidifikasi dan deodorisasi. Minyak mula-mula didearisi kemudian dipanaskan pada suhu 240–270 °C pada tekanan 2- 5 mmHg didalam alat *heat exchanger external*. Penggunaan suhu diatas 270 °C harus dihindari untuk meminimalkan kehilangan minyak, tokoferol, tokotrienol, dan kemungkinan terjadinya isomerisasi dan reaksi termokimia yang tidak diinginkan. Pada kondisi tersebut dan

dengan penggunaan uap sebagai penambah panas maka asam lemak yang masih ada dalam minyak hasil penyaringan akan teruapkan bersama bahan-bahan berbau tajam dan produk oksidasi aldehid dan keton. Produk oksidasi tersebut dapat menimbulkan rasa dan aroma yang tidak diinginkan dalam minyak. Pada waktu yang sama karotenoid yang tersisa akan terdekomposisi oleh panas dan akan menghasilkan RBDPO yang berwarna terang dan tidak berasa (Shahidi, 2005).

Proses deodorisasi pada intinya adalah distilasi uap pada keadaan vakum. Distilasi uap pada tekanan vakum untuk menguapkan aldehid dan senyawa aromatik lainnya menggunakan prinsip hukum Raoult. Sebelum masuk ke dalam alat deodorisasi, minyak yang sudah dipucatkan dipanaskan sampai 210-250°C. Alat deodorisasi beroperasi dengan 4 cara, yaitu deaerasi minyak, pemanasan minyak, pemberian uap ke dalam minyak, dan pendinginan minyak. Di dalam kolom, minyak dipanaskan sampai 240-280°C dalam kondisi vakum. Manfaat pemberian uap langsung menjamin pembuangan sisa-sisa asam lemak bebas, aldehida, dan keton (Moran dan Rajah, 1994).

e. Proses Fraksinasi

Setelah dihasilkan RBDPO ataupun NBDPO, maka proses selanjutnya yang harus dilakukan adalah fraksinasi. Fraksinasi merupakan metode fisik dengan menggunakan sifat kristalisasi dari trigliserida untuk memisahkan campuran menjadi leleh rendah fraksi cair dan lebur tinggi fraksi cair. Minyak sawit kasar berbentuk semi padat pada suhu 25 °C. Minyak sawit yang disimpan di tempat dingin pada suhu 5-7 °C dapat terpisah menjadi fraksi padat (stearin) dan fraksi cair (olein). Fraksinasi bertujuan untuk memisahkan fraksi stearin dan olein berdasarkan titik beku kedua fraksi tersebut. Proses ini dilakukan dalam dua tahap yaitu proses kristalisasi dengan cara mengatur suhu dan tahap kedua yaitu pemisahan fraksi cair dan padat (Hamilton, 1995).

Menurut Choo *et al* (1990), fraksinasi minyak kelapa sawit dapat menghasilkan olein sebesar 70-80 % dan stearin 20-30 %. Olein dan

stearin mempunyai komposisi asam lemak yang berbeda. Kandungan karotenoid dalam fraksi olein dapat meningkat 10-20 %.

Proses fraksinasi menurut Winarno (2008) terjadi karena adanya mekanisme dimana lemak didinginkan sehingga menyebabkan hilangnya panas dan memperlambat gerakan molekul. Jarak antar molekul menjadi lebih kecil dan akan timbul gaya tarik menarik antara molekul yang disebut gaya Van Der Waals. Akibat adanya gaya ini radikal-radikal asam lemak saling bertumpuk membentuk kristal yang spesifik tergantung jenis asam lemaknya dan terjadilah pemisahan. Tahap-tahap pembentukan kristal meliputi penjumlahan (*saturation*), pembentukan inti (*nucleation*), dan pertumbuhan kristal (*growth*).

Dua komponen yang dihasilkan dari fraksinasi minyak kelapa sawit adalah minyak goreng (olein) dan stearin (bentuk padat). Berikut adalah karakteristik dari kedua produk tersebut :

1. Olein

Olein sawit merupakan trigliserida yang pada dasarnya merupakan triester dari gliserol dan tiga asam lemak. Seperti sebagian besar minyak nabati dan lemak hewan lainnya, komponen utama dari olein adalah trigliserida atau disebut juga triasigliserol (*triacylglycerol*). Selain trigliserida, dalam olein juga terdapat komponen yang merupakan hasil hidrolisis trigliserida yaitu monogliserida (memiliki satu asam lemak), digliserida (memiliki dua rantai asam lemak), dan *free fatty acid* (asam lemak bebas yang tidak terikat dalam ester gliserol). Setiap molekul trigliserida ini tersusun dari berbagai jenis asam lemak dengan panjang rantai yang berbeda-beda (Mittelbach dan Remschmidt, 2006).

Menurut Sinaga (2010), panjang rantai dan letak ikatan rangkap menentukan sifat fisik baik asam lemak maupun trigliserida itu sendiri. Distribusi asam lemak jenuh dan asam lemak tidak dalam gliserol dalam minyak nabati tidak terjadi secara acak, namun ditentukan oleh enzim lipase selama proses biosintesis pada jaringan tanaman sawit. Komposisi asam lemak pada olein tersaji pada Tabel II.3.

Tabel II.3. Komposisi Asam Lemak Pada Olein

Asam Lemak	Jumlah (%)
Laurat (C _{12:0})	0,1 – 0,5
Palmitat (C _{16:0})	37,9 – 41,7
Palmitoleat (C _{16:1})	0,1 – 0,4
Stearat (C _{18:0})	4,0 – 4,8
Oleat (C _{18:1})	40,8 – 43,9
Linoleat (C _{18:2})	10,4 – 13,4
Linolenat (C _{18:3})	0,1 – 0,6
Arachidat (C _{20:0})	0,2 – 0,5

Sumber : Ketaren, 2012

Pada Tabel II.3 diatas dapat diketahui bahwa komposisi pada olein didominasi oleh asam lemak jenis palmitat sebesar 37,9 – 41,7, oleat sebesar 40,8 -43,9, dan linoleat sebesar 10,4 – 13,4. Setiap asam lemak yang terkandung pada olein memiliki perbedaan, misalnya saja asam stearat tidak memiliki ikatan rangkap dan disebut sebagai molekul asam lemak jenuh. Sementara itu asam lemak oleat memiliki 1 ikatan rangkap cis dan asam linoleat memiliki 2 ikatan rangkap cis. Ikatan ini mempengaruhi struktur dan titik beku. Menurut Ketaren (2012) bahwa panjang rantai dan kejenuhan molekul minyak dan lemak mempengaruhi sifat fisika kimia secara keseluruhan meliputi densitas, bilangan iod, bilangan penyabunan, bilangan asam, titik didih, titik nyala, titik beku, dan sifat yang lainnya.

2. Stearin

Menurut Sinaga (2010), Stearin merupakan fraksi padat yang dihasilkan dari proses fraksinasi minyak sawit setelah melalui pemurnian. Karakteristik fisik stearin sawit bersifat padat pada suhu ruang, berbeda dengan olein sawit yang bersifat cair pada suhu ruang.

Tabel II.4. Komposisi Asam Lemak Pada Stearin

Asam Lemak	Jumlah (%)
Laurat (C _{12:0})	0,1 – 0,6
Palmitat (C _{16:0})	47,2 – 73,8
Palmitoleat (C _{16:1})	0,05 – 0,2
Stearat (C _{18:0})	4,4 – 5,6
Oleat (C _{18:1})	15,6 – 37,0
Linoleat (C _{18:2})	3,2 – 9,8
Linolenat (C _{18:3})	0,1 – 0,6
Arachidat (C _{20:0})	0,1 – 0,6

Sumber: Ketaren, 2012

Pada Tabel II.4 menunjukkan bahwa stearin sawit lebih didominasi oleh asam lemak palmitat (C16) sebesar 47,2-73,8 % dan asam lemak oleat (C18:1) sebesar 15,6-37%. Diketahui bahwa surfaktan dari C16 dan C18 dari minyak sawit mempunyai daya detergensi yang tinggi dan aktivitas permukaan yang baik.

4. Standart Mutu Minyak Goreng Menurut SNI

Standar mutu minyak goreng telah dirumuskan dan ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN) yaitu SNI 3741: 2013, SNI ini menetapkan bahwa standar mutu minyak goreng seperti pada Tabel II.5 berikut ini :

Tabel II.5. Standard Mutu Minyak Goreng Menurut SNI

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
1.1	Bau	-	Normal
1.2	Warna	-	Normal
2	Kadar Air dan Bahan		
		%(b/b)	
	Menguap		Maks. 0,15
3	Bilangan Asam	Mg KOH/g	Maks. 0,6
4	Bilangan peroksida	mek O ₂ /kg	Maks. 10
5	Minyak Pelikan	-	Negative
6	Asam Linolenat (C18:3) dalam komposisi asam lemak minyak	%	Maks.2
7	Cemaran logam		
7.1	Cadmium (Cd)	mg/kg	Maks.0,2
7.2	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks.o,1
7.3	Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40,0/250,0*
7.4	Merkuri (Hg)	mg/kg	Maks. 0,005
8	Cemaran arsen (As)	mg/kg	Maks. 0,1

Catatan :
 - pengambilan contoh dalam bentuk kemasan di pabrik
 -*dalam kemasan kaleng

B. Proses Produksi Minyak Goreng Kelapa Sawit Di PT SMART Tbk, Surabaya

1. Bahan Baku Utama

PT. SMART Tbk., mengolah bahan baku berupa *crude palm oil* menjadi minyak goreng. Pada proses produksi minyak goreng ini digunakan bahan penunjang berupa *phosphoric acid* (PA) dan *bleaching earth* (BE). Pada

pengolahan minyak goreng, PT. SMART Tbk memastikan bahan yang digunakan aman dikonsumsi oleh manusia, oleh karena itu bahan baku maupun bahan penunjang merupakan bahan yang memiliki standar *food grade*.

Pada proses produksi minyak goreng ini, PT. SMART Tbk., menggunakan minyak mentah atau CPO. Minyak mentah ini diperoleh dari perasan kelapa sawit yang dibudidayakan di perkebunan milik perusahaan yang terletak di Kalimantan dan Sumatera. Minyak mentah dari kelapa sawit tersebut kemudian dikirim menggunakan kapal tanker ke pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. Sebelum dibawa ke PT. SMART Tbk di kawasan Rungkut Industri Surabaya, CPO ditampung di tangki penampungan.

Sifat-sifat fisik yang dimiliki CPO antara lain:

a. Warna

Jenis warna pada CPO dan keterangannya diuraikan pada Tabel II.6.

Tabel II.6. Jenis Warna pada CPO

No.	Warna	Keterangan
1.	Merah, jingga dan kuning	Warna-warna ini disebabkan oleh adanya karotenoid yang merupakan senyawa dari hidrokarbon tidak jenuh. Karotenoid tidak stabil pada suhu tinggi dan berwarna merah memudar bila dipanaskan. Ketika minyak dihidrogenasi, karoten ikut terhidrogenasi sehingga warna kuning akan berkurang.
2.	Coklat	Pigmen warna ini terdapat pada bahan yang sudah membusuk. Pigmen coklat ini muncul karena adanya reaksi molekul karbohidrat dengan gugus pereduksi dan juga oleh aktivitas enzim.
3.	Gelap	Warna gelap pada CPO timbul akibat proses oksidasi terhadap tokoferol.

Sumber: PT. SMART Tbk Surabaya, 2018

b. Pada suhu kamar cukup kental (5,74 Cst) dan berbentuk semi padat.

c. Kelarutan

Minyak tidak larut dalam air, sedikit larut dalam alkohol dan larut pada etil eter, karbon disulfide serta larut dengan pelarut-pelarut halogen.

d. Bau dan rasa

Bau khas pada minyak kelapa sawit disebabkan oleh senyawa beta ionine. Bau dan rasa pada minyak terdapat secara alami akibat pembentukan rantai-rantai pendek sebagai hasil kerusakan minyak.

Sebagai bahan baku pembuatan minyak goreng pada PT. SMART Tbk., CPO memiliki spesifikasi sesuai pada Tabel II.7.

Tabel II.7. Spesifikasi Bahan Baku CPO

Parameter	Consumer	Semi Consumer atau Bulk
FFA (% asam palmitat)	3,5 % (maximum)	>3,5%
<i>Iodine value</i>	52,5 % (minimum)	51,5% (minimum)
<i>Moisture</i>	0,5% (maximum)	0,5% (maximum)
<i>Impurities</i>	0,5% (maximum)	0,5% (maximum)
<i>Deterioration of Bleachability Index (DOBI)</i>	2,7% (minimum)	2,2% (minimum)

Sumber : PT. SMART Tbk, Surabaya, 2018

Crude palm oil yang digunakan untuk menghasilkan minyak goreng memiliki standar mutu yang berbeda. Pada minyak goreng jenis *consumer* memiliki standar mutu yang lebih baik dan memiliki nilai jual yang lebih tinggi dari pada minyak goreng jenis *bulk* dan *semi consumer*. Keunggulan CPO dibanding minyak nabati lainnya yaitu :

1. Ketersediaan bahan baku lebih tinggi.
2. Harga minyak kelapa sawit lebih murah.
3. Produk samping minyak kelapa sawit memiliki nilai jual yang tinggi, yaitu stearin dan PFAD.

2. Bahan Penunjang

a. Asam Fosfat atau *Phosphoric Acid* (PA)

PT. SMART Tbk., menggunakan *Phosphoric Acid* (PA) sebagai bahan penggumpal dan pemisah fosfatida pada CPO. Penambahan PA ke dalam CPO mengakibatkan pH campuran turun dan dapat melarutkan getah-getah yang semula tidak dapat larut dengan air. *Phosphoric Acid* memiliki fase cair dengan konsentrasi 85% pada takaran 0,05-1 % dari massa CPO. Berikut merupakan data fisik dari PA (*Phosphoric Acid*) : rumus molekul H_3PO_4 , berat molekul 97,995

gram/mol, wujud cairan, warna bening, titik leleh 55 °C, massa Jenis (80°C) dan sifat korosif. Komposisi PA dapat dilihat pada Tabel II.8 :

Tabel II.8. Komposisi *Phosphoric Acid* di PT. Smart Tbk,. Surabaya

Kandungan	Jumlah
H ₃ PO ₄	85,5 %
P ₂ O ₅	62 ppm
As	0.5 ppm
Pb	2 ppm
SO ₄	20 ppm
Cl	10 ppm
Fe	30 ppm
NO ₃	10 ppm

Sumber: PT. SMART Tbk, Surabaya, 2018

b. Bleaching Earth (BE)

Bleaching earth (BE) adalah sejenis tanah bentonit yang memiliki komposisi utama SiO₂, Al₂O₃, air terikat ion kalsium, magnesium oksida dan besi oksida. BE memiliki pori-pori pada permukaannya, sehingga memiliki sifat sebagai adsorben. BE memiliki ion Al³⁺ pada permukaan partikel yang dapat mengadsorpsi zat-zat warna pada CPO seperti beta karoten, klorofil, xanthofil dan antosianin serta dapat mengadsorp padatan yang mengandung getah, *moisture* dan pengotor lainnya. BE digunakan dengan takaran antara 0,6–1,8 % massa minyak tergantung kualitas minyak yang diinginkan. Komposisi BE dapat dilihat pada Tabel II.9 di bawah ini.

Tabel II.9. Komposisi *Bleaching Earth* di PT. Smart Tbk,. Surabaya

Kandungan	Jumlah (%)
SiO ₃	78,30
Al ₂ O ₃	13,97
FeO ₃	2,15
TiO ₃	0,50
CaO	0,55
MgO ₃	1,64
K ₂ O	0,96

Sumber :PT. SMART Tbk, Surabaya, 2018

3. Proses Produksi

Menurut Faris (2013) CPO dari hasil proses pressing dan ekstraksi di Pabrik Kelapa Sawit (PKS) masih mengandung komponen-komponen yang tidak diinginkan yaitu asam lemak bebas (FFA = ν), resin, gum, protein, fosfatida, pigmen warna dan bau. Agar dapat

dipergunakan sebagai bahan makanan, maka CPO tersebut harus diproses lagi di Pabrik Pengolahan Minyak Goreng. Secara garis besar proses pada Pabrik Pengolahan Minyak Goreng terdiri dari proses refining (pemurnian) dan fractionation (fraksinasi). Proses pemurnian terdiri dari proses degumming, proses netralisasi, proses bleaching dan proses deodorisasi. Minyak yang diperoleh dari proses refining terdiri dari olein (minyak goreng) dan stearin, dalam proses fraksinasi stearin dipisahkan dari olein.

PT. SMART, Tbk Surabaya merupakan salah satu perusahaan dalam bidang pengolahan minyak CPO menjadi minyak jadi. CPO adalah minyak yang didapat dari tanaman sawit. Crude Palm Oil (CPO) yang diperoleh dari perkebunan milik PT SMART Tbk di daerah Sumatera dan Kalimantan, kemudian di angkut melalui jalur laut dengan menggunakan kapal, lalu di angkut dengan truk menuju PT. SMART Tbk,. di kawasan Industri Rungkut Surabaya untuk diproses menjadi produk Minyak goreng, Margarin dan Shortening.

PT. SMART Tbk., menerapkan dua proses utama dalam mengolah CPO menjadi minyak goreng siap jual, yakni proses *refinery* dan fraksinasi. Sebelumnya CPO yang telah sampai di pelabuhan Tanjung Perak disimpan dalam tangki penampungan sebelum diolah. Tangki tersebut dilengkapi pemanas *steam* pada suhu 45 – 50°C dan dilengkapi dengan agitator agar CPO menggumpal.

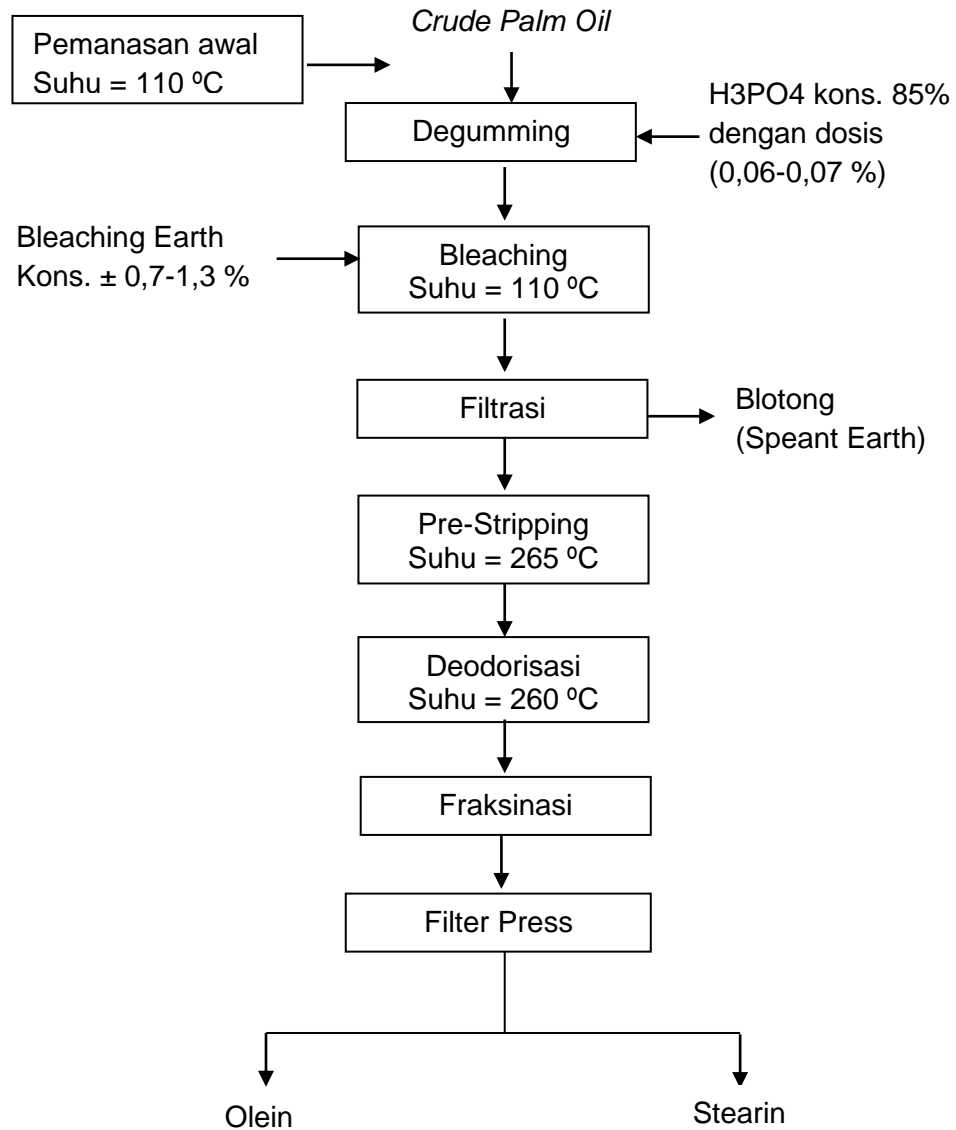
Penentuan kualitas minyak kelapa sawit yang akan diolah didasarkan bahan baku yang masuk sebelum dilakukan proses pengolahan. Spesifikasi bahan baku atau Crude Palm Oil (CPO) yang digunakan memiliki kriteria sebagai berikut :

Tabel II.10. Spesifikasi Crude Palm Oil (CPO) di PT. SMART Tbk, Surabaya

Grade	Iodine Value	FFA %	DOBI	Moisture %
Consumer	52 min	<3,5	>2,5	<0,25
Bulk	51-52	<4,5	<2,5	<0,25

Sumber : PT. SMART Tbk, Surabaya, 2018

Secara umum proses pengolahan minyak kelapa sawit di PT. SMART Tbk, Surabaya seperti terlihat pada Gambar II.3



Gambar II.3. Diagram Alir Proses Pengolahan Minyak Goreng Kelapa Sawit di PT. SMART Tbk, Surabaya

CPO (*Crude Palm Oil*) mengalami beberapa proses yang harus dilewati agar mendapatkan hasil yang bagus dan baik dikonsumsi oleh konsumen, untuk itu dilakukan proses awal yaitu *refining* (pemurnian). Dua proses utama dalam pembuatan minyak goreng adalah sebagai berikut :

1. Proses *Refinery*

Proses *refinery* adalah proses pemurnian CPO menjadi *refined bleached deodorized palm oil* (RDBPO) dengan tahapan *preheating*, *degumming*, *bleaching* dan *deodorizing*.

a. Preheating (Pemanasan Awal)

CPO yang disimpan pada *storage tank* temperaturnya dijaga pada *melting point* minyak sekitar 40-50 °C. Umpan CPO dipompa dari *storage tank* menuju *strainer* dengan penyaring 20 mesh untuk menyaring pengotor yang ada. Kemudian CPO dialirkan ke *heat exchanger recovery system* yang berupa *economizer* untuk di *cross* dengan RDBPO bersuhu 125 °C sehingga suhu CPO menjadi 90 °C. Selanjutnya CPO dilewatkan *plate heat exchanger* (PHE) dengan pemanas *saturated steam* bertekanan 3 bar dan diperoleh CPO bersuhu 110 °C. CPO selanjutnya dipompa ke dalam *dryer* yang dilengkapi sistem vakum dengan tekanan 700 mmHg agar kadar air dalam CPO berkurang.

b. Degumming (Pemisahan Gum)

Proses *degumming* dilakukan agar fosfatida dan pengotor pada CPO dapat terikat dengan adanya penambahan PA. Umpan dialirkan ke *dynamic mixer* dan di dalamnya diinjeksikan PA 85% dengan takaran 0,05%. Setelah ditambah PA, *gum* menjadi tidak larut dalam minyak sehingga dapat dipisahkan dari CPO.

Langkah kerja :

Crude Palm Oil (CPO) dari tangki penampung CPO dengan suhu 45-50 °C dialirkan menuju *Strainer I* (STR) menggunakan pompa CPO (P-201), di dalam *Strainer*, CPO (*Crude Palm Oil*) akan dipisahkan dengan gumpalan-gumpalan dan kotoran yang terbawa, kemudian CPO (*Crude Palm Oil*) dipisahkan di *Economizer* (E-205) dengan memanfaatkan panas dari RBDPO (*Refined Bleached Degumming Palm Oil*) yang bersuhu 130 °C menjadi 90 °C, dan CPO (*Crude Palm Oil*) yang masuk dari suhu 50 °C menjadi 80 °C. Untuk mencapai panas 110 °C maka CPO (*Crude Palm Oil*) dipanaskan kembali dengan menggunakan *Plate Heat Exchanger* (E-201) dengan menggunakan panas steam yang bertekanan 3 bar. Untuk menghilangkan kandungan air, CPO (*Crude Palm Oil*) dialirkan kedalam *Dryer* (T-201) yang beroperasi dengan tekanan *vacuum* sebesar 660 mmHg sampai 700 mmHg. Selanjutnya dengan bantuan

pompa *Dryer* (P-202), CPO (*Crude Palm Oil*) dialirkan ke dalam pompa *Dynamic Mixer* (P-207) untuk dicampur dengan PA (*Phosporic Acid*). PA (*Phosporic Acid*) yang digunakan sebesar 0,05% dari tangki PA (T-206) dialirkan dengan pompa *Dozing Acid* (P-206) kedalam aliran CPO (*Crude Palm Oil*) yang menuju *Pompa Dinamic mixer* (P-207), untuk memberi waktu tinggal campuran CPO (*Crude Palm Oil*) dan PA (*Phosporic Acid*) dialirkan kedalam *Bleacher Tank* yang dilengkapi dengan *sparging steam* untuk mengatur tubulensi aliran. Proses ini berjalan dengan tekanan *vacuum* sebesar 700 mmHg. Adanya sistem *vacuum* bertujuan untuk menarik *steam* dan udara yang terkandung didalam tangki sehingga dapat mencegah terjadinya oksidasi. Dari proses ini akan menghasilkan DPO (*Degummed Palm Oil*).

c. ***Bleaching* (Penghilangan Warna)**

Proses *bleaching* dilakukan dengan menambah *bleaching earth* (BE) yang bersifat basa kuat dan dapat menghilangkan pengotor yang tidak diinginkan seperti logam, fosfatida dan pigmen warna dari CPO. Pada PT. SMART Tbk., Surabaya, proses *bleaching* dilakukan dengan penambahan BE (*Bleaching Earth*) dengan takaran 1,3% untuk filma, 0,9% untuk kunci mas dan 0,6% untuk *bulk*. Batas maksimum penggunaan BE adalah 1,8%.

Langkah Kerja :

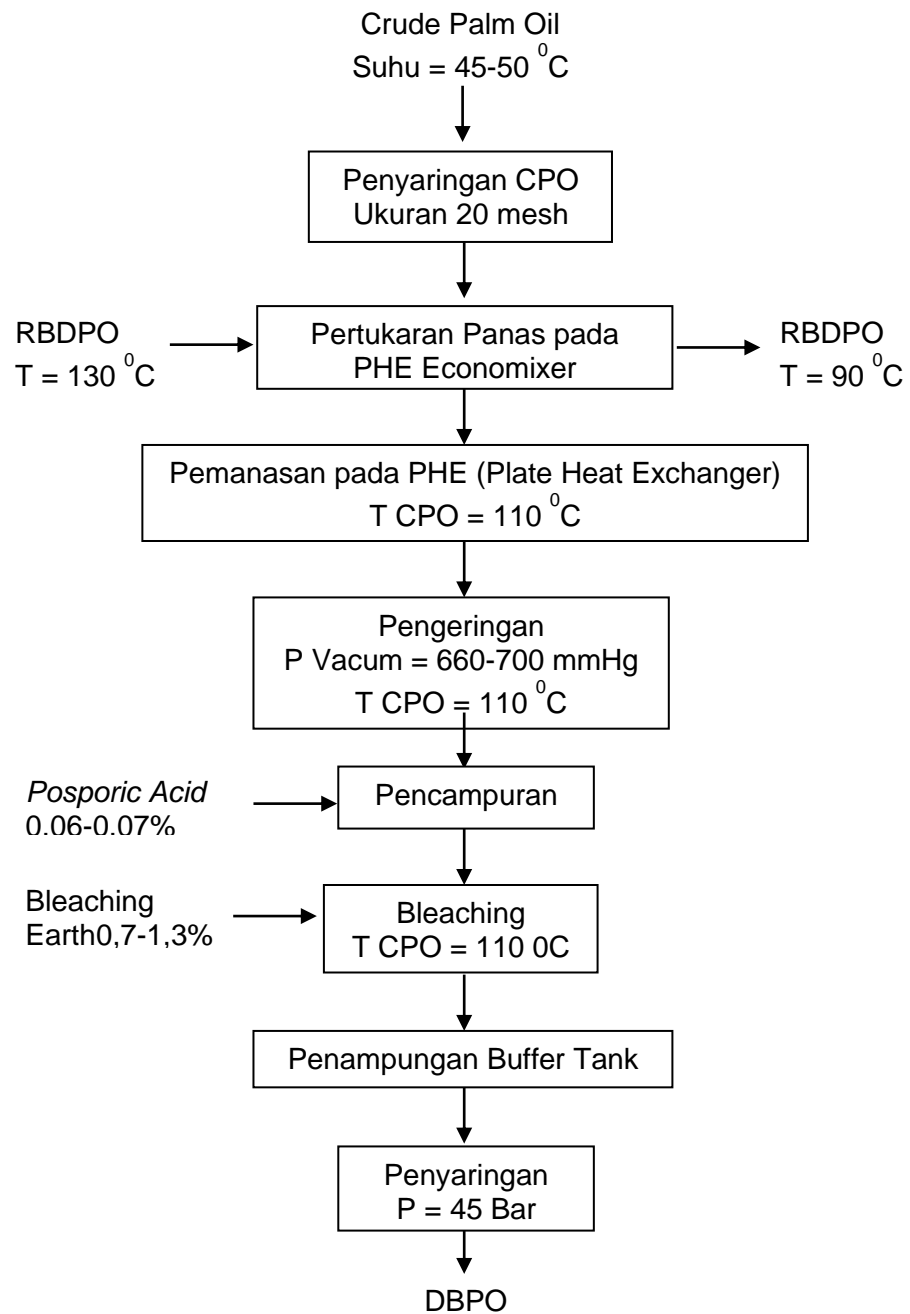
Umpan dari *dynamic mixer* dipompa ke tangki *bleacher* dan kemudian dicampur BE dengan waktu kontak 1 jam. Pengadukan dalam tangki *bleacher* dilakukan oleh *steam* bertekanan 1-1,5 bar agar kontak optimum. Selanjutnya *slurry* dialirkan ke tangki *buffer*. Proses *bleaching* dilengkapi sistem vakum bertekanan 680 – 700 mmHg untuk menarik *steam* dan udara dalam tangki sehingga terbebas dari reaksi oksidasi. Proses *bleaching* dilengkapi dengan tahapan filtrasi untuk memisahkan *degummed bleached palm oil* (DBPO) dengan blothong. PT. SMART Tbk., menggunakan niagara *filter* untuk proses filtrasi, dimana tiap niagara *filter* dilengkapi 17 *screen filter* yang beroperasi pada tekanan 4 bar.

Deodorized bleached palm oil dari *buffer tank* selanjutnya dialirkan menuju *niagara filter* yang dilengkapi dengan aliran udara kompresor. Setelah disaring dalam *niagara filter*, DBPO masuk ke dalam *receiver tank*. Blothong akan dibuang dan DBPO kotor yang terikut *steam* dialirkan ke *cyclone* untuk dilakukan pemisahan antara minyak dan *steam*. Minyak yang diperoleh akan dialirkan menuju *slope tank* untuk selanjutnya masuk ke *buffer tank* dan diproses kembali di *niagara filter*.

Minyak DBPO yang ditampung pada *receiver tank* atau tangki siwang selanjutnya dialirkan ke *bag filter* untuk menyaring *bleaching earth* yang terbawa minyak. Oksigen dalam minyak harus dihilangkan karena dapat menyebabkan minyak teroksidasi sehingga berbau tengik, oleh karena itu DBPO dari *bag filter* selanjutnya dialirkan ke deaerator yang berfungsi untuk mengurangi kadar oksigen. Kemudian DBPO bersuhu 110 °C dimasukkan ke *Spiral Heat Exchanger* (SHE) dan di-cross dengan RBDPO bersuhu 258-265 °C sehingga diperoleh *output* DBPO bersuhu 200 °C dan RBDPO bersuhu 125 °C.

RBDPO keluar SHE dialirkan ke *economizer* untuk di-cross-kan dengan CPO, sedangkan DBPO dialirkan ke *Shell and Tube Heat Exchanger* untuk di-cross dengan *superheated steam* dari *High Pressure Boiler* (HPB) bersuhu 275 °C dan bertekanan 50 bar sehingga diperoleh DBPO bersuhu 265 °C. Kemudian DBPO masuk ke dalam *flash vessel* dengan cara di-spray untuk menstabilkan aliran menuju *packed column*. DBPO kemudian dialirkan ke dalam *packed column*. *Packed column* dilengkapi dengan *packing material* untuk memperluas area agar FFA mudah menguap. FFA akan diuapkan di dalam *packed column* kemudian masuk ke dalam tangki penampung PFAD sementara. Di dalam *packed column* juga terdapat *stripping steam* untuk mempercepat penguapan.

Secara umum *Proses Bleaching* pada pengolahan minyak kelapa sawit di PT. SMART Tbk., Surabaya dapat dilihat pada Gambar II.4.



Gambar II.4. Diagram Alir Proses Bleaching Pada Pengolahan Minyak Kelapa Sawit di PT.SMART Tbk, Surabaya.

d. Filtration (Penyaringan)

Bertujuan untuk memisahkan DBPO dari blotong (*Spent Earth*).

Langkah kerja:

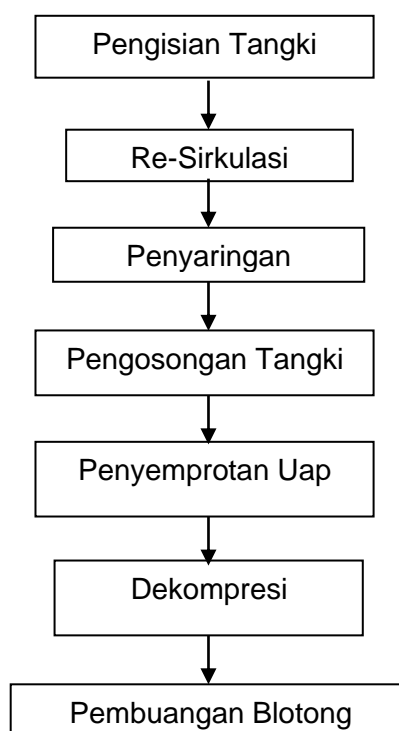
DBPO akan ditarik menggunakan pompa *Niagara Filter* (P-204) menuju *Niagara Filter* (F), proses di dalam *Niagara filter* bertujuan

untuk memisahkan antara blotong dengan DBPO. Pada *niagra filter* tahapan yang dilalui:

- *Filling buffer tank* merupakan proses pengisian DBPO dari *buffer tank*
- *Recirculation* merupakan proses resirkulasi DBPO kembali ke *buffer* untuk mendapatkan DBPO yang jernih
- *Filtration* merupakan proses penyaringan DBPO dengan blotong
- *Empty to buffer* merupakan proses pengosongan *Niagara filter*
- *Steam blowing* merupakan proses pengeringan sisa DBPO yang berada pada blotong menuju *Slope Oil Tank* (T-211) melalui *cyclone* (F-208),
- *Decompression* merupakan proses pembuangan tekanan menuju *slope oil tank* sehingga *valve* pembuangan blotong terbuka.
- *Discharge valve open* merupakan proses pembukaan *valve* pembuangan blotong.
- *Cake discharge* proses pembuangan *cake* yang menempel pada *Niagara filter* dengan cara digetarkan menggunakan *Air compessor*.
- *Discharge valve cake* merupakan penutupan *valve* pembuangan blotong serta.
- *Standbay* merupakan proses persiapan pengisian yang selanjutnya.

DBPO yang ditampung dalam *Filtrate receiver* (FC) / Tangki Siwnag yang kemudian dialirkan kedalam *Bag filter* (BF) dan ditampung dalam *Dearator*, DBPO dipanaskan dari temperature 105 °C sampai dengan 215 °C dengan menggunakan pompa *Filtrate receiver* (P-301). Kemudian dari *Bag filter* dipanaskan lagi menggunakan *Spiral heat exchanger* (E-302) dengan menggunakan panas dari RBDPO yang disilangkan dengan DBPO berubah dari suhu 100°C menjadi 225°C sedangkan suhu RBDPO berubah suhu dari 225°C menjadi 130°C. Kemudian DBPO dipanaskan kembali dari temperature 225°C menjadi

265°C dalam *shell and tube heat exchanger* (E-303) dengan menggunakan panas dari *steam* yang bertekanan 50-60 bar yang dihasilkan HPB (*high pressure boiler*) (HP-310), DBPO akan ditampung dalam *flash vessel* (V-300) dan dialirkan kedalam *packed coloumn* (T-301). Secara umum Proses Filtrasi pada pengolahan minyak kelapa sawit di PT.SMART Tbk, Surabaya dapat dilihat pada Gambar II.5.



Gambar II.5. Diagram Alir Proses Filtrasi Pada Pengolahan Minyak Kelapa Sawit di PT. SMART Tbk, Surabaya.

e. Pre-Stripping

Sebelum masuk ke dalam tangki *boiler* minyak dipanaskan terlebih dahulu dengan *heat pressure* yang berasal dari *boiler* dengan suhu 267°C. Proses ini merupakan kelanjutan dari proses pemurnian minyak. Untuk menghindari adanya oksidasi maka harus dalam keadaan vakum. Minyak dimasukkan dengan *spray* untuk mempercepat proses penguapan yang mana suhu minyak mencapai 265°C. Uap air yang naik akan dihisap keluar tangki untuk menghindari kondensasi. Proses *pack coloumn* ini menghasilkan PFAD (*palm fatty*

acid distilled) yang merupakan FFA (*free fatty acid*) yang telah terkondensasi.

Langkah kerja :

Di dalam *pack column* DBPO dengan suhu 265°C terjadi pemisahan FFA dengan minyak, FFA menjadi PFAD (cair) dan ditampung dalam tangki penampung PFAD sementara (T-305). PFAD yang akan disirkulasikan kembali ke dalam *packed column* dialirkan ke *Plate Heat Exchanger Cooler* (E-305) dengan bantuan pompa. PFAD yang disirkulasi ini bertujuan untuk menangkap uap PFAD sehingga masuk ke dalam *Tangki PFAD*.

f. Deodorisasi

Tujuan dari proses deodorisasi ini yaitu untuk menghilangkan senyawa-senyawa aldehid, keton dan asam lemak bebas (*Free Fatty Acid*) yang masih terkandung serta zat yang dapat menimbulkan bau dengan dengan cara destilasi. Ketika minyak ada di dalam tangki dilakukan proses deodorisasi dengan menggunakan *steam* dengan cara dilewatkan didalam *tray-tray deodorizer* untuk menghilangkan bau pada minyak. Suhu minyak saat proses adalah $\pm 260^{\circ}\text{C}$ dan mempunyai hasil akhir RBDPO (*Refined Bleached Deodorization Palm Oil*).

Langkah kerja :

Semi RBDPO (*Refined Bleached Deodorization Palm Oil*) yang keluar dari *packed column* dialirkan ke dalam *deodorizer* (T-302) dengan bantuan pompa *packed column* (P-304). Sebagian kecil DBPO (*Degumming Bleached Palm Oil*) yang keluar dari *tray deodorizer* akan ditampung dalam *Splash Oil Tank* (V-307), tekanan dalam *Deodorizer* sebesar 0,8 bar. RBDPO yang keluar dari *deodorizer* (*final oil*) diturunkan suhunya dengan menggunakan *Spiral Heat Exchanger* (E-302) yang disilangkan dengan DBPO melalui pompa *deodorizer* (P-302) dengan menggunakan aliran DBPO sehingga RBDPO berubah dari temperatur 255°C menjadi 135°C. Setelah itu suhu RBDPO diturunkan lagi dalam *Economizer Heat Exchanger* dengan menggunakan aliran CPO yang masuk awal proses dan RBDPO

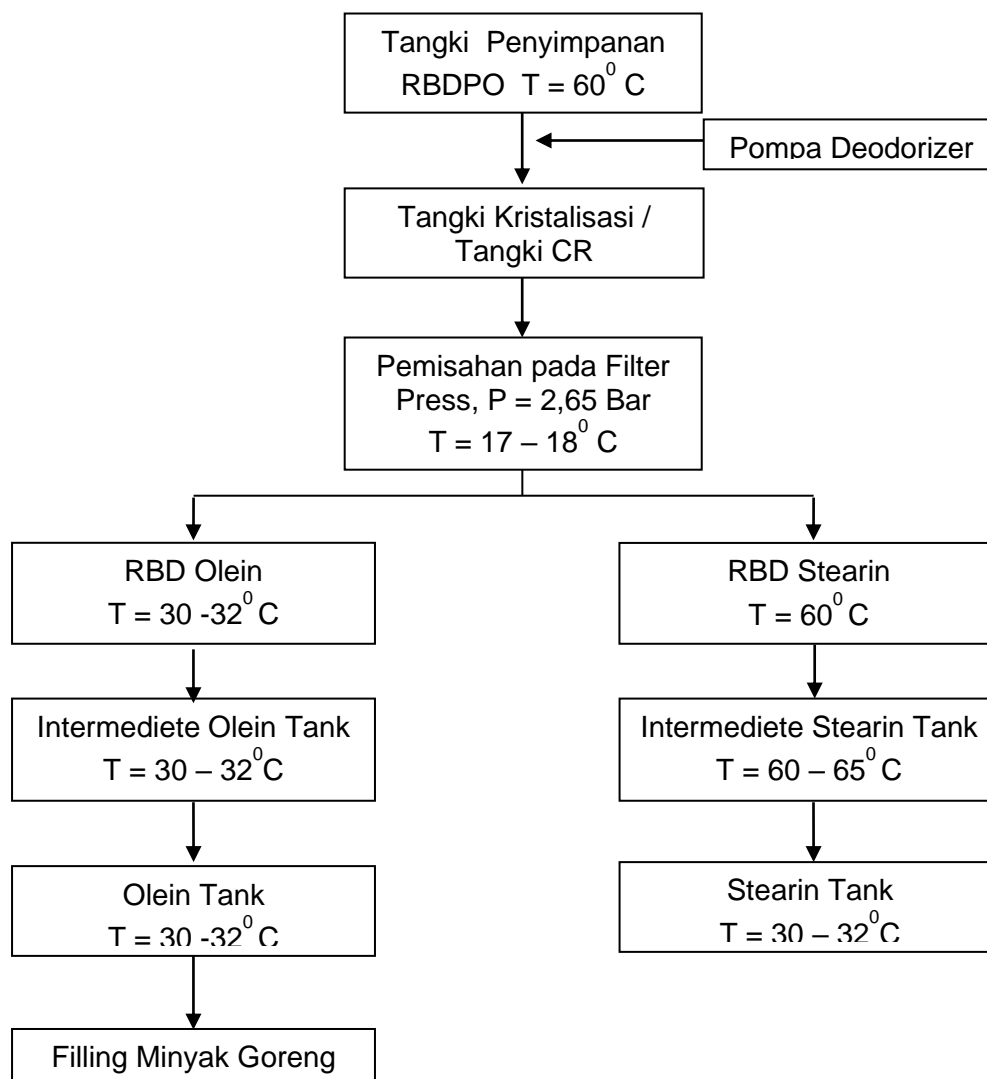
berubah dari suhu 135°C menjadi 90°C. Pendinginan yang terakhir dilakukan dalam *Plate Heat Exchanger* dengan air pendingin dari *cooling tower* yang bersuhu 28°C-30°C dan suhu RBDPO dari 90°C menjadi 55°C. Sedangkan temperatur RBDPO yang telah melalui pendinginan tersebut kemudian dialirkan ke *catridge filter* (CF-1) untuk menjernihkan atau menyaring kotoran dan partikel yang masih ada dalam RBDPO. *Catridge filter* ini merupakan penyaringan tahap akhir dengan ukuran pori-pori sebesar 10 μ . Sebagian dari proses ini akan ditampung dalam tangki penampung RBDPO (P-1) dan *Tangki fraksinasi (TF)*.

Setelah proses *refining* dilakukan proses *fractioning* yang bertujuan untuk memisahkan fase padat dan cair. Fase padat disebut *Stearin* dan Fase cair disebut *Olein*.

Hasil minyak setelah proses *deodorizing* dinamakan *refined bleached deodorized palm oil* (RBDPO). Proses *deodorizing* dilakukan pada suhu tinggi yaitu 265°C untuk kualitas FMCP dan KMCP, 262°C untuk kualitas KMSC dan 260°C untuk bulk. Tahapan selanjutnya, RBDPO dialirkan menuju *economizer* untuk menurunkan suhu. Dalam *economizer* panas dari RBDPO akan diserap oleh CPO. Dari *economizer*, RBDPO kembali didinginkan menggunakan *PHE cooler* dengan *cold fluid* berupa air sehingga menghasilkan RBDPO bersuhu 50°C. RBDPO yang keluar akan dialirkan ke *catridge filter* untuk selanjutnya dipompa ke tangki penyimpanan atau langsung menuju proses fraksinasi.

2. Proses Fraksinasi

Pada proses fraksinasi terjadi proses pemisahan komponen RBDPO menjadi olein (fase cair) dan stearin (fase padat). Tahap fraksinasi dilakukan setelah proses *refinery* selesai menghasilkan RBDPO. Pada PT. SMART Tbk., digunakan metode *dry fractionation*, produk dari tahap fraksinasi berupa olein diolah menjadi minyak goreng sedangkan stearin menjadi bahan baku margarin. Secara umum Proses Fraksinasi pada pengolahan minyak kelapa sawit di PT. SMART Tbk., Surabaya dapat dilihat pada Gambar II.6.

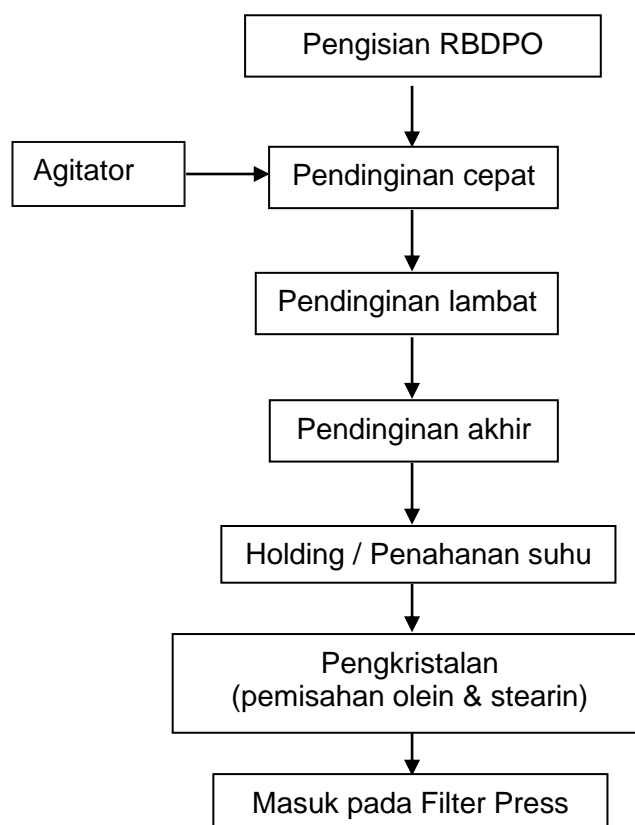


Gambar II.6. Diagram Alir Proses Fraksinasi Pada Pada Pengolahan Minyak Kelapa Sawit di PT.SMART Tbk,. Surabaya

a. Proses Kristalisasi

Proses kristalisasi merupakan rangkaian dari proses fraksinasi yang bertujuan membentuk kristal minyak dan memaksimalkan hasil pemisahan fase cair (RBD Olein) dan Fase padat (RBD Stearin), proses kristalisasi di PT. SMART Tbk., Surabaya dijalankan secara *batch* agar pembentukan kristal menjadi optimal sehingga olein dapat dipisahkan dari kristal stearin. Alat yang digunakan dalam proses kristalisasi adalah *crystallizer*. *Crystallizer* dilengkapi dengan agitator dan *coil* yang berfungsi untuk memanaskan dan mendinginkan RBDPO. Panas yang digunakan berasal dari *steam*, sementara air yang digunakan untuk

mendinginkan berasal dari *cooling tower* dan *chiller*. PT. SMART Tbk., memiliki 3 jenis *crystallizer* yaitu jenis lurgi lama, lurgi baru dan lipico. Lurgi lama berjumlah 6 dan memiliki volume masing-masing 45 ton dan kapasitas di dalamnya dibatasi pada 42 ton. Lurgi baru berjumlah 8 dengan volume masing-masing 70 ton dan kapasitas dibatasi pada 68 ton. Lipico berjumlah 6 dengan volume masing-masing 40 ton dan kapasitas dibatasi pada 39 ton. Pada lurgi lama dan lurgi baru, *steam* dialirkan di dalam sirip sedangkan pada lipico dialirkan dalam *coil*. Proses Kristalisasi pada pengolahan minyak kelapa sawit di PT. SMART Tbk., Surabaya dapat dilihat pada Gambar II.7.



Gambar II.7. Diagram Alir Proses Kristalisasi Pada Pengolahan Minyak Kelapa Sawit di PT.SMART Tbk, Surabaya.

Proses kristalisasi terjadi dalam beberapa tahap, yaitu:

- *Filling*

Tahap awal kristalisasi dimulai dengan RBDPO dari proses *refinery* masuk ke dalam *crystallizer* pada suhu 65°C. Suhu RBDPO yang

masuk 65°C karena ada asam lemak dalam RBDPO yang mempunyai titik leleh sekitar 64°C, sehingga bila suhu masuk di bawah 65°C akan ada kristal yang terbentuk terlebih dahulu yang menyebabkan pembentukan kristal tidak merata. Apabila suhu RBDPO kurang dari 65°C maka RBDPO akan melalui proses *heating* dengan menggunakan *hot water* pada suhu 85°C yang dialirkan dalam *coil* yang terdapat dalam *crystallizer* atau *rework* yaitu RBDPO dilewatkan pada PHE dan dilakukn penukaran panas dengan *steam* pada suhu 65°C. *Hot water* merupakan air *cooling tower* yang dipanaskan menggunakan *shelland tube heat exchanger* yang didalamnya dialiri *steam*.

- *Fast Cooling* (Pendinginan Cepat)

Proses pendinginan cepat berfungsi untk membentuk inti kristal pada suhu $\pm 50^{\circ}\text{C}$. Setelah RBDPO masuk ke dalam *crystallizer*. Pendinginan RBDPO ini menggunakan air yang berasal dari *cooling tower* yang memiliki suhu 30°C. Selisih suhu antara minyak dan air pendingin adalah 15°C. Pada tahapan ini, agitasi yang digunakan berada pada level *high speed* pada 20 rpm agar inti kristal yang terbentuk merata. Lama waktu dan suhu *fast cooling* berbeda tergantung kualitas minyak yang ingin dihasilkan. FMCP dan KMCP selama 6 jam pada 30,5°C. KMSC selama 2 jam pada 31°C.

- *Slow Cooling* atau *Crystallization*

Kristal terbentuk pada tahap ini. Suhu minyak tidak boleh naik lebih dari 0,5°C karena akan menyebabkan kristal pecah. RBDPO akan kembali didinginkan dengan air *chiller* yang masuk pada suhu sekitar 6,5°C. Pembentukan kristal terjadi pada suhu 30-31°C. Lama waktu pembentukan kristal berbeda-beda tergantung kualitas minyak goreng yang ingin dihasilkan. Pada tahapan ini, agitasi berada dalam level *low speed* pada 10 rpm agar kristal yang terbentuk tidak pecah. Proses penurunan suhu pada *slow cooling* berlangsung secara bertahap, dimulai dengan penurunan 15°C, kemudian 5°C, 6°C, 4,5°C, 20°C dan penurunan suhu terakhir 1°C.

- *End Cooling* atau *final cooling*

Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengantisipasi agar minyak tidak beku saat disimpan pada suhu yang rendah. Suhu *end cooling* berbeda-

beda tergantung kualitas minyak yang dihasilkan, untuk kualitas FMCP pada suhu $16,5^{\circ} - 17^{\circ}\text{C}$, kualitas KMCP pada suhu $17^{\circ} - 18^{\circ}\text{C}$, KMSC pada suhu $22^{\circ} - 24^{\circ}\text{C}$, *bulk* pada $26^{\circ} - 28^{\circ}\text{C}$.

- *Holding*

Tujuan *holding* adalah memperkuat dan memperkokoh kristal yang telah terbentuk. Proses *holding* dilakukan dengan mempertahankan suhu *end cooling* minyak selama 6 jam di mana level agitasi yang digunakan adalah *low speed* pada 13 rpm. Namun lama waktu *holding* disesuaikan dengan kualitas produk yang ingin dihasilkan seperti, FMCP selama 8 jam, KMCP selama 7 jam, dan KMSC selama 2 jam.

b. Filtrasi

Proses ini bertujuan untuk memisahkan fase padat dengan fase cairnya dengan menggunakan alat *filter press*. Olein nantinya akan menjadi produk minyak goreng, sedangkan stearin akan digunakan untuk bahan baku pembuatan margarin.

Prinsip kerja *filter press* yaitu menahan stearin pada *filter cloth* dan membran *filter press*, sedangkan olein akan keluar melalui selang dan masuk ke dalam tangki penampung olein sementara. Tahapan-tahapan pada proses filtrasi meliputi:

- *Closing*

Pada awalnya, *plate-plate filter press* akan menutup satu sama lain dengan tekanan hidrolik 200 bar yang dihasilkan dari pompa hidrolik. Tekanan sebesar ini diperlukan untuk mendorong dan menahan filter-filter yang memiliki massa yang cukup besar. Setelah menutup, tekanan akan berangsur-angsur turun sekitar 2 menit.

- *Loading*

RBDPO dipompa ke dalam *filter press* menggunakan pompa jenis *positive displacement* yang dilengkapi dengan *screw* untuk menghindari kerusakan pada kristal. Waktu pengisian olein dan stearin hingga penuh yaitu sekitar 15 menit hingga tekanan mencapai 2 bar. Pada tahapan ini, stearin telah dipisahkan dengan olein. Kristal stearin yang terbentuk akan tertahan pada *filter cloth* sementara olein akan masuk ke dalam tangki penampung olein sementara. *Filter cloth* memiliki ukuran membran

sebesar 250 mikron untuk menyaring stearin dan olein.

- *Squeezing* atau *Pressing*

Tahapan ini berlangsung selama 15 menit dimana terjadi pengepresan agar olein yang masih tertahan dalam stearin dapat keluar. Caranya yaitu dengan memasukkan udara bertekanan 3 bar atau olein kemudian dialirkan pada setiap *plate*. Dengan begitu, *filter cloth* akan tertekan dengan mengembangnya membran sehingga olein dapat keluar dari kristal stearin. Tahapan *squeezing* akan berhenti ketika tekanan telah mencapai 3 bar.

- *Blowing*

Tahapan *blowing* terdiri atas 2 macam, yaitu *filtrate blowing* dan *core blowing*. Proses ini berlangsung selama 5 menit dengan cara memasukkan udara kering bertekanan 3-3,5 bar. *Filtrate blowing* merupakan proses memasukkan udara kering ke dalam jalur olein, sehingga olein yang tertinggal akan masuk ke dalam tangki penampung olein sementara.

Sementara *core blowing* yaitu proses memasukkan udara kering ke jalur RBDPO masuk. RBDPO yang tertinggal akan masuk ke dalam *slope tank* yang kemudian dialirkan ke tangki penampung. Selanjutnya dilakukan pengecekan *peroxide value* (PV) terhadap RBDPO yang terdapat dalam tangki penampung. Apabila PV masih bagus, RBDPO akan dimasukkan ke *crystallizer* untuk diproses kembali untuk memproduksi minyak goreng kualitas *bulk*, sedangkan apabila PV buruk akan masuk bersama CPO untuk melalui proses *refining*.

- *Double Shifting*

Merupakan tahapan saat *plate* membuka, sehingga stearin yang tertahan dalam *filter cloth* dapat jatuh ke dalam bak penampung stearin. Pada bak penampung stearin dilengkapi dengan *coil* yang berfungsi memanaskan atau mencairkan stearin dengan aliran *steam*. Suhu di dalam bak penampung berkisar 60-70°C. Dari bak penampung, stearin masuk ke *strainer stainless steel* untuk disaring kotoran-kotoran yang terikut untuk selanjutnya dialirkan ke tangki penampung stearin.

- *Washing* (Pencucian)

Tahapan proses pencucian filter press yang umumnya dilakukan setiap 4 kali proses. Tahapan proses pencucian (*washing*) adalah :

1. *Wash loading*

Mengalirkan RBD Olein panas (65-70⁰ C) dari washing tangki menuju ke filter press, masuk ke celah – celah filter clouth. RBD Olein ini disirkulasikan selama 10 menit. RBD Stearine yang tertinggal pada permukaan filter clouth akan meleleh dan mencair karena adanya kontak dengan RBD Olein panas. RBD Olein yang telah digunakan dalam proses *washing* akan kembali masuk bersama CPO pada *refining process*.

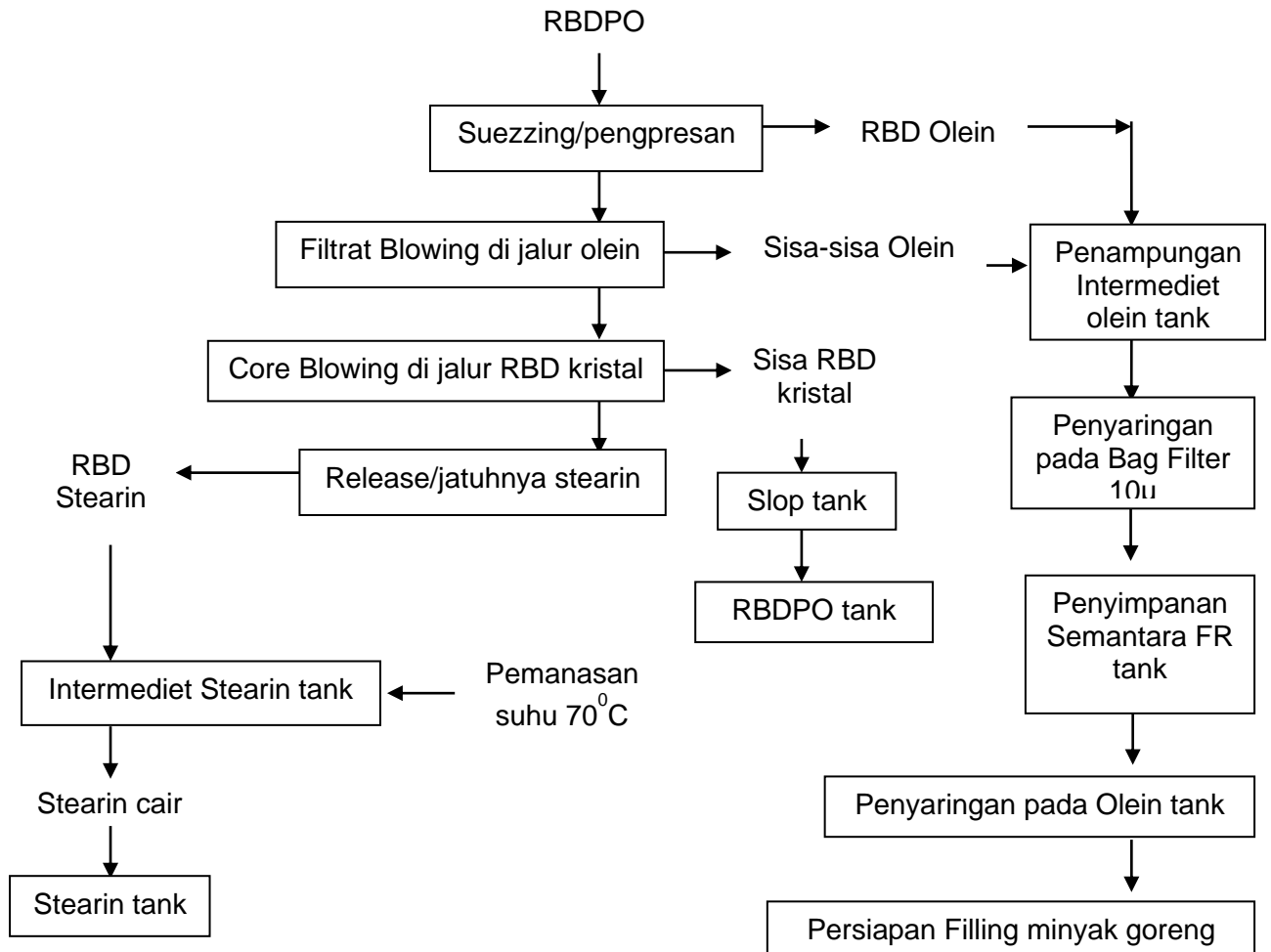
2. *Wash drain*

Mengalirkan RBD Olein hasil pencucian ke *washing tank*. Proses ini berlangsung selama 10 menit.

Langkah Kerja proses Filtrasi :

Minyak yang keluar dari *crystalizer tank* dipompa masuk menuju *membrane filter press* yang berfungsi menahan kristal-kristal stearin dan meloloskan olein. Minyak dari *crystalizer tank* dipompa melalui bagian tengah *filter* dengan tekanan 1.5 – 1.8 bar. Setelah *membrane filter press* penuh dilakukan penekanan dengan menggunakan *compressor* bertekanan sebesar 2 – 3 bar selama 20 menit agar semua olein lolos dan keluar menuju tanki penampung produk jadi. Olein ini kemudian akan ditampung ke dalam tangki penyimpanan *bag filter* dan dialirkan menuju tangki penampung olein dan olein inilah yang kemudian disebut sebagai minyak goreng.

Selanjutnya setelah proses penekanan selesai dan kristal stearin yang tertinggal dalam *filter clouth* cukup banyak udara yang tersisa didalam *filter press* dikeluarkan dengan cara *plate filter* diregangkan dan kristal stearin akan jatuh kebawah dan ditampung dalam tangki *intermediate* stearin yang berada dibawah *filter press*. Secara umum proses pengepresan minyak kelapa sawit di PT. SMART Tbk., Surabaya yang dilakukan untuk memisahkan fase cair dan fase padatnya dapat dilihat pada Gambar II.8.



Gambar II.8. Diagram Alir Proses Filtrasi Pada Pengolahan Minyak Kelapa Sawit di PT. SMART Tbk, Surabaya.

4. Quality Control (QC)

Pengawasan mutu terhadap proses pembuatan minyak goreng di PT. SMART Tbk., Surabaya dilakukan oleh bagian QC yang berada di bawah Departemen *Quality management* yang bertanggung jawab kepada *general manager*. Pengawasan mutu secara dilakukan oleh bagian QC melalui beberapa tahap pemeriksaan dan analisa terhadap bahan baku, bahan penunjang, produk *intermediate*, dan produk akhir, sehingga proses berjalan dengan lancar dan produk yang dihasilkan merupakan produk berkualitas.

Secara garis besar proses pengawasan mutu minyak goreng di PT. SMART Tbk., Surabaya pada bagian QC (*Quality Control*) meliputi:

- a. Pemeriksaan bahan-bahan yang masuk (*unloading CPO*) serta

analisa bahan penunjang, seperti *bleaching earth* dan *phosphoric acid*.

- b. Pemeriksaan selama proses, meliputi proses *refinery* dan fraksinasi.
- c. Pemeriksaan produk akhir yaitu RBDPO, RBD olein, RBD stearin, dan PFAD.

Penentuan kualitas dari minyak goreng didasarkan pada beberapa parameter, di antaranya:

1. Warna

Warna minyak goreng yang berasal dari kelapa sawit biasanya berwarna kuning kemerahan akibat dari kandungan beta karoten. Beta karoten berfungsi sebagai antioksidan serta dapat meningkatkan daya tahan tubuh. CPO mengandung beta karoten berkisar antara 500-700 ppm. Intensitas warna CPO yang terukur pada lovibond tintometer red sebesar $\pm 21R$ dengan dilakukan analisa kualitatif pada warna CPO dengan alat instrument Lovibond Tintometer Red. Warna tersebut dihilangkan selama proses *bleaching* dengan bahan pemucat *bleaching earth* (tanah pemucat) yang bertujuan untuk memucatkan warna merah pada DBPO dengan mengikat warna merah pada DBPO menjadi kuning keemasan, sehingga kisaran warna yang terukur pada alat lovibond tintimeter red menjadi 1,2 - 4 R.

2. Asam lemak bebas (FFA)

Asam lemak bebas adalah asam lemak yang berada sebagai asam bebas tidak terikat sebagai trigliserida. Asam lemak bebas dihasilkan oleh proses hidrolisis dan oksidasi biasanya bergabung dengan lemak netral. Semakin lama reaksi ini berlangsung, maka semakin banyak kadar ALB yang terbentuk.

FFA atau kandungan asam lemak bebas terbentuk pada saat ikatan asam lemak pada trigliserida, digliserida, maupun monogliserida terpisah akibat reaksi kimia dan hidrolisa enzim. Kadar FFA ini digunakan sebagai indeks dalam kualitas minyak pada proses penyulingan. CPO yang memiliki kadar FFA rendah menunjukkan bahwa produksi minyak dalam keadaan *fresh*, keadaan kelapa sawit yang bagus, tidak memar atau luka, dan proses penanganan yang

baik selama proses produksi, penyimpanan, serta saat transportasi.

3. **Kadar air (*moisture*)**

Syarat mutu kadar air dalam minyak goreng maksimal sebesar 0,1% untuk mutu 1 dan 0,3% untuk mutu 2. Hal ini berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang minyak goreng (SNI 01 – 3741 – 2002). Mutu 1 adalah standar parameter pada QC baik pada kualitas *consumer* (FMCP dan KMCP) maupun *bulk* (minyak curah).

4. ***Impurities***

Impurities adalah zat pengotor yang terdapat pada minyak misalnya getah atau *gum*, serabut, lumpur (debu/ pasir), dan zat-zat logam seperti besi (Fe) dan tembaga (Cu) yang terdapat pada minyak berupa hasil korosi dan penggunaan alat mekanis selama proses *refining*. Analisa *impurities* biasanya dilakukan pada tingkat CPO dan pada minyak RBDPO dilakukan pengujian kembali. Dalam CPO kurang lebih mengandung 0,3% *impurities*.

5. ***Peroxide Value (PV)***

Peroxide Value (PV) merupakan indikator pengukur ketengikan yang disebabkan reaksi autooksidasi (melibatkan oksigen). Perubahan kimia yang terjadi dalam molekul lemak akibat pemanasan tergantung dari 4 faktor, di antaranya adalah lama pemanasan, suhu, akselerator (oksigen atau hasil oksidasi), komposisi campuran asam lemak serta posisi asam lemak yang terikat dalam molekul trigliserida.

6. ***Iodine Value (IV)***

Ketidakjenuhan asam lemak penyusun minyak dinyatakan dengan bilangan iodin. Asam lemak tak jenuh mampu mengikat iodin dan membentuk senyawa jenuh. IV tergantung pada banyaknya asam lemak tak jenuh dalam minyak. Semakin banyak ikatan rangkap, *melting point* semakin rendah. Nilai ini dipengaruhi *yield* pada olein. IV pada olein dapat diatur pada proses kristalisasi dan *filtrasi* dengan *filter press*. IV yang tinggi pada fraksinasi dapat menghasilkan *yield* olein yang banyak dan stearin yang lebih sedikit. Ini disebabkan banyaknya kandungan asam lemak tak jenuh yang membuat minyak bersifat cair pada suhu ruang.

7. ***Deterioriation of Bleachability Index (DOBI)***

DOBI adalah indeks keputihan dari minyak kelapa sawit mentah. DOBI merupakan angka perbandingan dari angka serapan adsorben terhadap asam lemak bebas. DOBI menyatakan kemampuan CPO (*Crude Palm Oil*) untuk di *bleaching* berdasarkan kadar karoten CPO (*Crude Palm Oil*). Kualitas minyak kelapa sawit dibagi menjadi empat kualitas seperti berikut yaitu: bilangan DOBI di bawah 1,68 adalah buruk, antara 1,78 – 2,30 adalah kurang baik, antara 2,30 – 2,92 adalah cukup baik dan antara 2,93 – 3,22 adalah baik.

8. ***Cloud Point (CP)***

CP menunjukkan suhu awal minyak mulai membentuk kabut. Dengan nilai CP yang semakin rendah, maka semakin rendah pula suhu yang dibutuhkan minyak untuk membentuk kabut. Semakin rendah suhu tersebut kualitas minyak semakin bagus karena minyak cenderung jernih dan tidak berkabut pada suhu ruang.

9. ***Cloud Stability***

Cloud stability merupakan lama waktu yang dibutuhkan oleh minyak untuk membentuk kabut pada suhu tertentu yang disebabkan oleh kandungan asam lemak jenuh yang terdapat dalam minyak. Semakin banyak kandungan asam lemak jenuh semakin lama waktu yang dibutuhkan minyak untuk membentuk kabut.

10. ***Freeze Test***

Untuk menentukan waktu yang dibutuhkan oleh minyak untuk kembali ke bentuk cairnya maka dilakukan *freeze test*. Minyak yang akan dibekukan dalam suhu dan waktu tertentu, kemudian diletakkan pada suhu ruang. Lama waktu minyak beku untuk mencair kembali inilah yang diperoleh sebagai hasil *freeze test*.

Adapun analisa yang dilakukan oleh bagian QC adalah sebagai berikut:

1. ***Analisa unloading CPO***

- Analisa bahan baku CPO yang ada di dalam truk tangki CPO yang akan dibongkar muatannya, meliputi analisa kadar air (*moisture content*) dan kadar FFA.
- Analisa bahan baku CPO dalam tangki penampung CPO, meliputi

analisa DOBI, *moisture*, FFA, warna, PV, dan IV.

2. Analisa Bahan Penunjang

- Analisa BE, dilakukan pada BE yang baru datang dari *supplier*, meliputi analisa kadar air, pH, dan *acidity*.
- Analisa PA, bertujuan untuk memastikan PA yang datang dari *supplier* kadarnya 85%.

3. Analisa pada Proses Refining

- Analisa bahan baku CPO yang masuk *refinery plant*, meliputi analisa DOBI, kadar air, FFA, warna, PV, IV dan *impurities*.
- Analisa DBPO, meliputi kadar FFA, warna, dan PV.
- Analisa RBDPO, meliputi kadar air, FFA, warna, PV, IV, *impurities*, bau (*odor*), dan penampakan.
- Analisa PFAD, meliputi kadar FFA dan IV.
- Analisa *spent bleaching earth* (blothong), yaitu ampas BE yang telah digunakan dalam proses *bleaching*, meliputi analisa kadar minyak dalam blothong.

4. Analisa pada Proses Fraksinasi

- Analisa RBDPO hasil proses *refinery*, meliputi kandungan FFA, warna, PV, IV, bau, dan penampakan, seperti yang tercantum pada Tabel II.11.

Tabel II.11. Standar Mutu RBDPO Hasil *Refinery*

Parameter	Kualitas	
	<i>Consumer</i>	Bulk
IV	52-52,5	50 min.
FFA	0,05 maks.	0,2 maks.
<i>Moisture & volatile matter</i>	0,1 maks.	0,1 maks.
<i>Colour</i>	1,5 R-2,0R	4,0 R
<i>Slip melting point</i>	36-37	36-39
<i>PV when packed</i>	1,0 maksimum	3,0
<i>Odor</i>	<i>bland</i>	<i>bland</i>

Sumber :PT. SMART Tbk, Surabaya, 2018

- Analisa RBD olein yang dilakukan setelah proses filtrasi selesai untuk satu buah *crystallizer*. Adapun analisa yang dilakukan berbeda-beda untuk kualitas produk yang berbeda pula.

Tabel II.12. Standar Mutu RBD Olein Proses Fraksinasi

Parameter	Consumer	Bulk
IV	58-59,5	50 min.
FFA	0,05 maks.	0,1
<i>Moisture & volatile matter</i>	0,1 maksimum	0,1
<i>Colour</i>	1,8 R-2,5 R	4,0 R
PV	0,5 maks.	2 maks.
CP (°C)	7-8	11
<i>Cloud Stability</i>	5 min.	-
<i>Odor</i>	<i>bland</i>	<i>Bland</i>

Sumber :PT. SMART Tbk, Surabaya, 2018

- Analisa RBD stearin yang dilakukan setelah proses filtrasi selesai untuk satu buah *crystallizer*. Adapun analisa yang dilakukan berbeda-beda untuk kualitas produk yang berbeda pula.

Tabel II.13. Standar Mutu RBD Stearin Proses Fraksinasi

Parameter	Consumer	Bulk
IV	37-41	32-35
FFA	0,05 maks.	0,2 maks.
<i>Moisture & volatile matter</i>	0,1 maks.	0,1 maks.
<i>Colour</i>	1,5 R-2,0 R	4,0 R
<i>Slip melting point</i>	48-50	50-54
<i>PV when packed</i>	1,0 maks.	3,0
<i>Odor</i>	<i>bland</i>	<i>Bland</i>

Sumber :PT. SMART Tbk, Surabaya, 2018

5. Analisa Produk Akhir

- Analisa RBDPO di tangki penampungan (*storage*), meliputi analisa kadar FFA, warna, PV, IV, dan CP.
- Analisa olein yang ada di tangki *intermediate*. Untuk produk *consumer* dan *semi consumer* analisisnya meliputi kadar air, FFA, warna, PV, IV, CP, bau, dan penampakan.
- Analisa stearin, meliputi analisa FFA, warna PV, IV, CP, bau, dan penampakan. Untuk kualitas *bulk* analisisnya IV saja.
- Analisa PFAD dalam tangki penampung, meliputi analisa kadar air, FFA, warna, dan IV.