

PERPUSTAKAAN INSTITUT PERTANIAN "STIPER"	
NO. INV.	17393 / INSTP / H / 06
KLAS.	C1
KAT.	9/3 06 2

M - 200 - 203

# TEKNOLOGI PENGOLAHAN KELAPA SAWIT

- **Pabrik Kelapa Sawit**
- **Produk Pangan & Kesehatan Minyak Goreng**
- **Aspek Gizi & kesehatan Minyak Sawit**
- **Produk Non Pangan Berbasis Minyak Sawit**
- **Pengelolaan Limbah Pabrik Kelapa Sawit**
- **Pembangunan Industri Kelapa Sawit**

**Berkelanjutan**

**Editor :**

**Dr Lalang Buana**  
**Dr Ir Donald Siahaan**  
**Sunardi Adiputra**

PERPUSTAKAAN INSTITUT PERTANIAN "STIPER"	
SUMBER DARI:	Alumni/wisuda
DITOLONG TOL.	
KEPERANGAN :	wisuda 18/2 06

## PUSAT PENELITIAN KELAPA SAWIT

*Indonesian Oil Palm Research Institute*

☒: Jl. Brigjen Katamso 51, Kampung Baru Medan 20158  
Sumut

☎: (061) 7862477, Fax: (061) 7862488

✉: iopri@idola.net .id



## **KATA PENGANTAR**

Industri perkebunan kelapa sawit Indonesia sedang mengalami pertumbuhan yang menggembirakan dalam dua dekade terakhir ini. Mutu kecambah telah ditingkatkan guna mendukung peningkatan produktivitas kebun. Teknologi kultur teknis pun telah cukup mapan dan masih terus dikembangkan guna peningkatan efisiensi kebun. Sistem manajemen perkebunan pun telah banyak berubah menuju sistem manajemen modern.

Walaupun tidak sepesat perkembangan teknologi budidaya, aspek pasca panen dan lingkungan juga telah mendapat perhatian yang semakin besar baik di kalangan praktisi industri maupun lembaga pemerintah dan ilmiah. Pusat Penelitian Kelapa Sawit dalam satu dekade terakhir telah memberi porsi perhatian lebih besar untuk penelitian dan pengembangan aspek pasca panen dan lingkungan ini. Sumberdaya manusia PPKS saat ini telah mayoritas bergelar doktor dalam berbagai bidang: proses, kimia, pangan, engineering, lingkungan, dll. Komitmen PPKS untuk menjadi pemimpin teknologi telah semakin nyata dengan beberapa hasil penelitian dan pengembangan teknologi pasca panen yang siap dipasarkan.

Buku ini disusun dalam rangka mengkompilasi teknologi konvensional dan terbaru tentang pengolahan kelapa sawit dan dipadu dengan informasi tentang aspek lingkungan. Tentu, buku ini bukan disusun berdasarkan kerangka teoritis belaka, namun telah diuji dalam praktek dan realitas industri pengolahan oleh para penulisnya. Dengan demikian, informasi yang diberikan bersifat realistis namun mempunyai argumentasi ilmiah yang kokoh, selain itu bersifat kekinian, sesuai dengan keadaan di masa kini.

Begitupun, tentu buku ini tidak luput dari kelemahan dan kekurangan. Karenanya, kritik dan saran dari para pembaca sangat kami hargai dan menjadi penting untuk membangun sistem informasi up to date, berkualitas dan mendukung pengembangan industri perkelapa-sawitan.

Medio September 2003

Para penulis

# DAFTAR ISI

halaman

## **BAB 1. PABRIK KELAPA SAWIT**

1.	PENDAHULUAN .....	1 - 1
2.	KARAKTERISTIK TBS .....	1 - 2
2.1.	Tanaman Kelapa Sawit .....	1 - 2
2.2.	Pemanenan Dan Transportasi Panen .....	1 - 4
2.3.	Penerimaan Buah dan Sortasi .....	1 - 5
3.	TEKNOLOGI EKSTRAKSI CPO DAN INTI .....	1 - 6
3.1.	Perebusan .....	1 - 7
3.2.	Penebahan Buah .....	1 - 9
3.3.	Presan .....	1-10
3.4.	Pemurnian Minyak .....	1-11
3.5.	Pengolahan Biji .....	1-16
4.	PENYIMPANAN, TRANSPORTASI DAN PENIMBUNAN CPO .....	1-22
4.1.	Tujuan .....	1-22
4.2.	Penyimpanan Minyak Sawit Di Pabrik .....	1-23
4.3.	Transportasi Darat .....	1-24
4.4.	Pemuatan Minyak .....	1-25
5.	RANCANG BANGUN PKS.....	1-28
5.1.	Kapasitas Olah .....	1-30
5.2.	Letak Pabrik Kelapa Sawit .....	1-32
5.3.	Rancangan Instalasi Pabrik Kelapa Sawit .....	1-34
5.4.	Organisasi Pabrik .....	1-36
	DAFTAR PUSTAKA .....	1-37

## **BAB 2. PRODUK PANGAN BERBASIS MINYAK SAWIT**

1.	PENDAHULUAN .....	2-1
2.	MINYAK GORENG .....	2-3
2.1.	Minyak Sawit Sebagai Bahan Baku .....	2-3
2.2.	Proses Pembuatan .....	2-4
2.3.	Pabrik Minyak Goreng Sawit .....	2-5
3.	MARGARIN DAN SHORTENING .....	2-8
3.1.	Minyak Sawit Sebagai Bahan Baku .....	2-9
3.2.	Proses Pembuatan .....	2-12
3.3.	Pabrik Pembuatan Margarin Dan Shortening .....	2-13

4.	PROSPEK PENGEMBANGAN PRODUK PANGAN BERBAHAN BAKU	
	MINYAK SAWIT .....	2-14
4.1.	Minyak Sawit Merah .....	2-15
4.2.	Minyak Sawit Kaya Asam Lemak Omega-3 .....	2-16
4.3.	Palm Frying Shortening .....	2-16
	DAFTAR PUSTAKA .....	2-18

### **BAB 3. ASPEK GIZI DAN KESEHATAN MINYAK SAWIT**

1.	PENDAHULUAN .....	3-1
2.	PERSAINGAN MINYAK NABATI DUNIA & KAITANNYA DENGAN ASPEK GIZI ...	3-1
3.	KEUNGGULAN NUTRISI MINYAK SAWIT .....	3-3
	DAFTAR PUSTAKA .....	3-8

### **BAB 4. PRODUK NON PANGAN BERBASIS MINYAK SAWIT**

1.	PENDAHULUAN .....	4-1
2.	OLEOKIMIA DASAR .....	4-2
2.1.	Proses Pembuatan .....	4-2
2.2.	Pabrik Pembuatan Oleokimia Dasar.....	4-4
3.	SABUN .....	4-6
3.1.	Minyak Sawit dan Inti Sawit Sebagai Bahan Baku .....	4-7
3.2.	Proses Pembuatan .....	4-7
3.3.	Pabrik Pembuatan Sabun .....	4-8
4.	PROSPEK PRODUK NON PANGAN .....	4-9
4.1.	Palm Bioemollient .....	4-9
4.2.	Palm Biodiesel .....	4-11
4.3.	Keuntungan Penggunaan Biodiesel .....	4-14
4.4.	Biodiesel VS Petroleum Diesel .....	4-15
4.5.	Palm Fatty Amida .....	4-15
	DAFTAR PUSTAKA.....	4-16



## **BAB 5. PENGELOLAAN LIMBAH PABRIK KELAPA SAWIT**

1.	PENGELOLAAN LIMBAH CAIR PKS .....	5-1
1.1.	Karakteristik Limbah Cair PKS .....	5-1
1.2.	Konservasi Air .....	5-3
1.3.	Good In-House Keeping .....	5-3
1.4.	Pengolahan LCPKS .....	5-5
1.5.	Proses Biologis Anaerobik (PBAn)-Aerasi Lanjut .....	5-6
1.6.	Proses Biologis Anaerobik-Fakultatif .....	5-7
1.7.	Proses Biologis Anaerobik-Fakultatif .....	5-8
1.8.	Teknik Aplikasi Lahan .....	5-9
2.	PEMANFAATAN LIMBAH PADAT PKS .....	5-11
2.1.	Aplikasi Langsung TKS Sebagai Mulsa .....	5-13
2.2.	Kompos TKS .....	5-17
2.3.	BAHAN PRODUK BERSERAT .....	5-19
3.2.	Komponen Kimia Bahan Baku.....	5-21
3.3.	Hasil Pembuatan Pulp Skala Pilot .....	5-22
3.4.	Hasil Pengujian Sifat Fisik Lembaran Pulp Putih Skala Pilot .....	5-23
3.5.	Hasil Analisa Lindi Hitam Sisa Pemasakan Skala Pilot .....	5-23
3.6.	Hasil Pembuatan Kertas Skala Pabrik .....	5-25
4.	KESIMPULAN .....	5-26
	DAFTAR PUSTAKA .....	5-26

## **BAB 6. PEMBANGUNAN INDUSTRI KELAPA SAWIT YANG BERKELANJUTAN**

1.	PENDAHULUAN .....	6-1
2.	KONDISI INDUSTRI PERKEBUNAN KELAPA SAWIT SAAT INI .....	6-3
3.	INDUSTRI KELAPA SAWIT YANG BERKELANJUTAN .....	6-4
4.	AMDAL PADA INDUSTRI KELAPA SAWIT .....	6-5
4.1.	Dokumen Studi AMDAL .....	6-5
4.2.	Penentuan Dampak Penting .....	6-10
5.	PENERAPAN EKOLABELLING DAN ISO 14000 PADA .....	6-12
6.	TEKNOLOGI UNTUK PENERAPAN EKOLABELLING DAN ISO 14000 .....	6-15
6.1.	Pembukaan Lahan Tanpa Bakar .....	6-15
6.2.	Peningkatan Biodiversitas .....	6-16
6.3.	Peningkatan Efisiensi Penggunaan Energi .....	6-17
6.4.	Pencegahan Erosi Tanah .....	6-17
6.5.	Daur Ulang Unsur Hara .....	6-18
6.6.	Pengendalian Hama Dan Penyakit Secara Biologis .....	6-20
	DAFTAR PUSTAKA .....	6-20

# BAB 1. PABRIK KELAPA SAWIT

## 1. PENDAHULUAN

Pengolahan kelapa sawit merupakan salah satu faktor yang menentukan keberhasilan usaha perkebunan kelapa sawit. Hasil utama yang dapat diperoleh ialah minyak sawit, inti sawit, sabut, cangkang dan tandan kosong. Pabrik Kelapa Sawit (PKS) dalam konteks industri kelapa sawit di Indonesia dipahami sebagai unit ekstraksi *crude palm oil* (CPO) dan inti sawit dari tandan buah segar (TBS) kelapa sawit. PKS merupakan unit pengolahan paling hulu dalam industri pengolahan kelapa sawit dan merupakan titik kritis dalam alur hidup ekonomi buah kelapa sawit khususnya dan industri kelapa sawit umumnya. Sifat yang krusial ini disebabkan beberapa faktor penting di antaranya:

- sifat buah kelapa sawit yang segera mengalami penurunan kualitas dan rendemen bila tidak segera diolah
- CPO dan inti sawit merupakan bahan antara industri olahan kelapa sawit dimana kualitasnya menentukan dayagunanya untuk diolah menjadi produk akhir industri dan konsumen rumah tangga seperti olein, stearin, minyak goreng, margarin, shortening, minyak inti sawit, kosmetik, sabun dan deterjen, shampoo, dll.

Karenanya, PKS merupakan salah satu faktor kunci sukses pembangunan industri perkebunan kelapa sawit. PKS tersusun atas unit-unit proses yang memanfaatkan kombinasi perlakuan mekanis, fisik dan kimia. Parameter penting produksi seperti efisiensi ekstraksi, rendemen, kualitas produk sangat penting peranannya dalam menjamin daya saing industri perkebunan kelapa sawit dibanding industri minyak nabati lainnya.

Menurut SK Menteri Pertanian No 107/Kpts/2000, sebuah PKS hanya dapat didirikan apabila perusahaan tersebut mempunyai kebun yang mampu memasok 50% dari kapasitas PKS yang akan di bangunnya. Implikasi dari peraturan ini ialah bahwa kemampuan PKS untuk mengolah buah milik pihak luar menjadi sangat terbatas. Oleh sebab itu, kebun-kebun yang luas akan lebih aman apabila memiliki PKS sendiri.

Tulisan ini bertujuan memberikan uraian tentang sifat penting tandan buah segar kelapa sawit sebagai bahan baku utama PKS, perancangan PKS, teknologi ekstraksi CPO dan inti sawit, dan penyimpanan dan transportasi CPO. Tentu penulis sangat berharap bahwa uraian ini sangat bermanfaat bagi praktisi dan pengambil keputusan yang berkaitan dengan pembangunan dan pengembangan agrobisnis dan agroindustri komoditas kelapa sawit.

## 2. KARAKTERISTIK TBS

Tandan buah segar (TBS) merupakan produk utama kebun kelapa sawit dan bahan baku utama PKS. Rendemen dan mutu produk hasil dari PKS tergantung kepada mutu TBS yang masuk ke pabrik dari kebun. PKS tidak dapat meningkatkan mutu TBS, hanyalah dapat meminimalisasi penurunan mutu. Faktor kebun yang dapat mempengaruhi kualitas bahan baku adalah genetik dan tipe tanaman, umur tanaman, agronomi, lingkungan dan teknik panen serta transportasi TBS.

### 2.1. Tanaman Kelapa Sawit

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq). terbagi atas tipe jenis berdasarkan karakter ketebalan cangkang buahnya, yaitu dura (D), tenera dan pisifera (P). Kelapa sawit dura memiliki cangkang yang tebal (2-5 mm), tenera yang memiliki ketebalan cangkang 1-2.5 mm dan pisifera (hampir) tidak mempunyai inti dan cangkang. Tenera adalah hibrida dari persilangan Dura dan Pisifera sehingga memiliki cangkang intermediate (0.5 - 4 mm) dan merupakan tipe umum yang digunakan di perkebunan. Ketebalan cangkang ini sangat berkaitan erat dengan persentase mesokarp/buah (berasosiasi dengan kandungan minyak) dan persentase inti/buah (berasosiasi dengan rendemen inti).

Tabel 1.1. Karakteristik tipe kelapa sawit dura, tenera dan pisifera

Tipe	Cangkang, mm	Mesokarp/buah,%	Inti/buah,%
Dura	2-5	20-65	4-20
Tenera	1-2,5	60-90	3-15
Pisifera	Tidak ada	92-97	3-8

Buah merupakan bagian tanaman kelapa sawit yang bernilai ekonomi dibanding bagian lain. Tanaman kelapa sawit mulai menghasilkan buah pada umur 30 bulan setelah tanam. Buah pertama yang keluar (buah pasir) belum dapat diolah di PKS karena kandungan minyaknya yang rendah. Buah kelapa sawit normal berukuran 12-18 g/butir yang duduk pada bulir. Setiap bulir berisi sekitar 10-18 butir tergantung kepada kesempurnaan penyerbukan. Bulir-bulir ini menyusun tandan buah yang berbobot rata-rata 20-30 kg/tandan. Setiap TBS berisi sekitar 2000 buah sawit. TBS inilah yang dipanen dan diolah di PKS.

Buah kelapa sawit tenera (untuk selanjutnya, yang dimaksud kelapa sawit adalah tenera) memiliki sebuah inti/kernel (yang mengandung minyak inti sawit) yang dikelilingi oleh perikarp. Perikarp tersusun atas tiga lapisan yaitu endokarp yang keras (cangkang), mesokarp yang berserat dan mengandung minyak sawit (CPO) dan eksokarp (lapisan luar yang berlapis lilin).

Pada saat matang, mesokarp mengandung sekitar 49% minyak sawit kasar, 35% air dan 16% padatan non minyak; atau dengan kata lain mengandung sekitar 70-75% (basis kering) minyak sawit. Karakteristik umum buah sawit diuraikan lebih detail dalam Tabel 1.2.

Tabel 1.2. Karakteristik umum buah sawit tipe DxP (Tenera)

Karakteristik	Nilai	Karakteristik	Nilai % bobot
Jumlah buah jadi, buah	57 - 60	Buah/TBS	61 - 62
Berat buah rata-rata (kg)	13.0- 13.5	Mesokarp/buah	72 - 80
Berat biji (kg)	3 - 4	Biji/buah	20-28
Berat buah normal (kg)	14 - 16	Inti/buah	8 - 10
Berat buah parthenocarpi (kg)	0.5 - 1.0	Cangkang/buah	12 - 20
Berat buah tidak jadi (kg)	1.0	Minyak/mesokarp	76 - 77
Minyak/buah segar (%)	35 - 39	CPO/TBS	<b>20 - 25</b>
Minyak inti/buah segar (%)	3.6 - 4.5	Inti/TBS	<b>5 - 7</b>

Sumber: Naibaho (1998) dan PORIM (1985)

Tanaman kelapa sawit tenera unggul yang bersumber dari Pusat Penelitian Kelapa Sawit dapat menghasilkan 23-28 ton tandan buah segar (TBS)/ha/tahun. Dengan tingkat produktivitas yang demikian, dapat diperoleh sekitar 5.5-7.5 ton CPO

dan 0.5 ton minyak inti sawit/ha/tahun pada tingkat oil extraction rate 23-26% dan kernel extraction rate 6.5-8% (Asmono et al., 2001). Secara komersial, tanaman kelapa sawit saat sekarang ini mampu memberikan 4.5 ton CPO/ha/tahun, 0.5 ton PKO/ha/tahun dan 0.45 ton bungkil inti sawit ha/tahun. Produktivitas minyak tanaman kelapa sawit 3 kali dibanding tanaman kelapa dan 10 kali lipat dibanding kedelai.

## 2.2. Pemanenan Dan Transportasi Panen

Tandan buah segar (TBS) dipanen saat kematangan buah tercapai dengan ditandai oleh sedikitnya 1 brondolan telah lepas/kg TBS. Dengan kriteria panen ini, diharapkan kandungan minyak dalam TBS optimal dengan kandungan ALB yang sangat rendah dan biaya panen yang relatif lebih ekonomi.

Kematangan ini ditandai oleh warna buah. Buah sawit berwarna hitam bila masih muda, dan berubah menjadi orange-merah pada saat matang. Buah di bagian dalam janjangan buah relatif gepeng, lebih kecil dan kurang berpigmen dibanding buah di bagian luar. Pada minggu-minggu terakhir proses pematangan buah, pada saat produksi minyak meningkat, warna buah berubah dengan cepat dari kuning menjadi lebih kemerahan.

Agar kadar ALB minimum, transpor buah panen harus dilakukan sesegera mungkin. Selain itu juga perlu dijamin bahwa hanya buah yang cukup matang yang di panen. Siklus panen yang pendek (7 hari atau kurang) dapat diterapkan untuk menjamin bahwa buah yang dipanen tidak lebih dari 3 hari dari saat matang optimum.

Kandungan asam lemak bebas buah sawit yang baru di panen biasanya < 0.3%. ALB minyak yang diperoleh dari buah yang tetap berada pada janjang sebelum diolah (dan tidak mengalami memar) tidak pernah melewati 1.2%. Sedangkan, ALB brondolan biasanya sekitar 5.0%. Di lain pihak, sangat jarang diperoleh ALB dibawah 2% pada *crude palm oil* (CPO) hasil produksi PKS, biasanya sekitar 3%. Peningkatan ALB yang mencapai sekitar 20 kali ini terjadi karena kerusakan buah selama proses panen sampai tiba di ketel perebusan. Kemungkinan penyebab utama kerusakan terjadi pada saat pengisian buah di tempat pemungutan, penurunan buah di tempat pengumpulan hasil, pengisian buah ke alat transpor pembawa buah ke pabrik, penurunan buah di loading ramp dan pengisian buah ke lori. TBS yang memar juga akan membawa lebih banyak tanah dan kotoran yang membantu mempercepat



kenaikan ALB oleh karena kontaminasi mikroorganisme, sekaligus menjadi sumber kontaminasi logam, di antara besi, yang menjadi pro-oksidan proses hidrolisis minyak.

Selain berpengaruh terhadap ALB, kerusakan buah pada saat panen juga menurunkan daya pemucatan CPO yang diperoleh. Warna dari inti juga menjadi lebih gelap pada buah yang rusak atau lewat matang.

Tabel 1.3. Kriteria kematangan buah

Fraksi buah	Kategori	Persyaratan	Jumlah brondolan
Fraksi 00 (F-00)	Sangat mentah (afkir)	0.0%	Tidak ada
Fraksi 0 (F-0)	Mentah	maks 3.0%	1-12.5% buah luar
Fraksi 1	kurang matang	F1+F2 +F3 min 85%	12.5-25% buah luar
Fraksi 2	matang I		25-50% buah luar
Fraksi 3	matang II		50-75% buah luar
Fraksi 4	lewat matang	maks 10%	> 75% buah luar
Fraksi 5	terlalu matang	maks 2.0%	buah dalam membrondol
Brondolan		maks 10%	
Tandan kosong		0.0%	
Buah busuk		0.0%	
Panjang tangkai TBS		maks 2.5 cm	

Catatan: Dari hasil sampling TBS, diperoleh besaran Nilai Sortasi Panen (NSP) dengan rumus:  
 $NSP = -5 (F00) -1 (F0) + 1 (F1+2+3) + 0.5 (F4) - 1/3 (F5)$   
 NSP yang memenuhi syarat adalah 80-100%.

### 2.3. Penerimaan Buah dan Sortasi

Buah diterima di PKS pertama-tama haruslah melalui jembatan timbang. Secara umum jembatan timbang berfungsi untuk mengontrol proses (pengelolaan buah masuk), menghitung rendemen, sebagai dasar perhitungan pembayaran premi pemanen dan buah pihak ketiga, dan pencatatan produksi TBS kebun pemasok. Jembatan timbang haruslah akurat dan secara rutin dikalibrasi.

Selanjutnya buah dibawa ke loading ramp, yang berfungsi sebagai penimbunan sementara TBS, tempat pemuatan buah ke dalam lori perebusan, dan penjaminan prinsip kerja *first in first out* terhadap buah yang masuk. Di loading ramp dilakukan sortasi panen untuk memastikan bahwa buah masuk berada dalam kondisi

yang optimal untuk diekstrak minyaknya. Optimal dalam artian, kandungan minyak buah maksimal dan ALB yang rendah.

Sortasi sebaiknya dilakukan terhadap setiap truk yang tiba di PKS. Namun pengujian seperti ini tidak ekonomis. Karenanya sortasi buah dapat dilakukan secara acak pada 10% truk yang masuk atau minimum satu truk untuk tiap afdeling. Bila jumlah 10% masih dianggap terlalu besar, dapat diatasi dengan mengambil 50% isi truk. Sortasi buah dari sebuah afdeling dilakukan 1-2 kali dalam seminggu. Sortasi dilakukan di hadapan saksi dari afdeling.

Bila TBS yang tidak memenuhi syarat kurang dari 50%, biasanya TBS yang memenuhi syarat diterima pabrik sedangkan TBS yang tidak memenuhi syarat dikembalikan. Sedangkan bila TBS yang tidak memenuhi syarat lebih dari 50%, seluruh buah di dalam sebuah truk dikembalikan.

Brondolan sebenarnya sedapat mungkin dihindari ada dalam proses ekstraksi karena biasanya akan dihasilkan rendemen yang sangat rendah dan menyebabkan turunnya daya pemutihan (*bleachability*) CPO yang dihasilkan. Umumnya terdapat 10% brondolan dari total buah yang diterima di pabrik. Kadar minyak dalam brondolan dapat mencapai 37-45%.

### **3. TEKNOLOGI EKSTRAKSI CPO DAN INTI**

Pada prinsipnya proses pengolahan kelapa sawit adalah proses ekstraksi CPO secara mekanis dari tandan buah segar kelapa sawit (TBS) yang diikuti dengan proses pemurnian. Secara keseluruhan proses tersebut terdiri dari beberapa tahap proses yang berjalan secara sinambung dan terkait satu sama lain. Kegagalan pada satu tahap proses akan berpengaruh langsung pada proses berikutnya. Oleh karena itu setiap tahap proses harus dapat berjalan dengan lancar sesuai dengan norma-norma yang ada. Adapun unit-unit proses yang dibahas adalah:

- Stasiun perebusan
- Stasiun penebahan
- Stasiun presan
- Stasiun pemurnian minyak
- Stasiun pengolahan biji dan inti





### 3.1. Perebusan

Perebusan atau sterilisasi buah dilakukan dalam steriliser yang berupa bejana uap bertekanan. Biasanya steriliser dirancang untuk dapat memuat 6 sampai 10 lori dengan tekanan uap 3 kg/cm<sup>2</sup>. Lori adalah tempat buah direbus, yang dapat menampung buah 2,5-3,5 dan 5,0 ton. Lori tempat buah dibuat berlubang dengan diameter 0,5 inch, yang berfungsi untuk mempertinggi penetrasi uap pada buah dan penetasan air kondensat yang terdapat diantara buah. Steriliser harus dilengkapi dengan katup pengaman (safety valve) untuk menjaga agar tekanan di dalam steriliser tidak melebihi tekanan kerja maksimum yang diperkenankan.

Tujuan dari perebusan antara lain:

- Mematikan enzim untuk mencegah kenaikan asam lemak bebas (ALB) minyak yang akan dihasilkan.
- Memudahkan pelepasan brondolan buah dari tandan
- Melunakkan buah untuk memudahkan dalam proses pelumatan di digester
- Prakondisi untuk biji agar tidak mudah pecah selama proses pengepresan dan pemecahan biji.

Untuk mencapai tujuan tersebut diperlukan tekanan uap sebesar 2,8-3 kg/cm<sup>2</sup> dengan lama perebusan sekitar 90 menit.

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada waktu perebusan:

**Tekanan uap dan lama perebusan.** Tekanan uap dan lama perebusan kurang cukup akan mengakibatkan:

- buah kurang masak, sebagian brondolan tidak lepas dari tandan (unstripped bunch) yang menyebabkan kehilangan minyak dalam tandan kosong meningkat.
- Pelumatan dalam digester tidak sempurna. Sebagian daging buah tidak lepas dari biji sehingga mengakibatkan proses pengepresan tidak sempurna dan akibatnya kerugian minyak pada ampas dan biji bertambah.
- Ampas/fiber menjadi basah yang mengakibatkan pembakaran dalam ketel uap tidak sempurna.

Apabila tekanan tidak dapat dicapai maka perebusan dapat diperpanjang. Perebusan yang terlalu lama akan berakibat:

- Buah menjadi memar, kerugian minyak dalam air rebusan (kondensat) dan tandan kosong bertambah
- Mutu minyak dan inti akan turun

**Pembuangan udara dan air kondensat.** Udara merupakan penghantar panas yang kurang baik. Apabila udara dalam steriliser tidak dikeluarkan dengan sempurna, maka terjadi pencampuran udara dan uap yang mengakibatkan pemindahan panas dari uap ke buah tidak sempurna. Dengan demikian udara harus benar-benar dikeluarkan dari dalam steriliser.

**Sistim Perebusan.** Ada dua sistem perebusan yang digunakan yaitu double peak (dua puncak) dan triple peak (tiga puncak). Jumlah puncak dalam perebusan dilihat dari jumlah pembukaan atau penutupan dari uap masuk atau uap keluar selama perebusan berlangsung yang diatur secara manual atau otomatis.

a. *Perebusan Double Peak (dua puncak) terdiri dari :*

- |  |             |
|--|-------------|
| 1. Deaerasi  | : 2,5 menit |
| 2. Pemasukan uap dan pembuangan puncak I dan II        | : 20 menit  |
| 3. Masa penahanan tekanan 2,8 – 3,0 kg/cm <sup>2</sup> | : 60 menit  |
| 4. Pembuangan uap terakhir                             | : 7,5 menit |
| Total waktu perebusan                                  | : 90 menit  |

b. *Perebusan Triple Peak (tiga puncak) terdiri dari :*

- |  |             |
|--|-------------|
| 1. Deaerasi  | : 2,5 menit |
| 2. Pemasukan uap dan pembuangan Puncak I, II & III     | : 25 menit  |
| 3. Masa penahanan tekanan 2,8 – 3,0 kg/cm <sup>2</sup> | : 50 menit  |
| 4. Pembuangan uap terakhir                             | : 7,5 menit |
| Total waktu perebusan                                  | : 85 menit  |

### **Proses Perebusan**

- a. **Deaerasi.** Deaerasi atau pembuangan udara dari steriliser dilakukan dengan cara membuka pipa inlet, deaeration valve dan atau condensate valve. Udara dibuang dengan cara memasukkan uap secara cepat sehingga terjadi pencampuran antara uap dan udara. Karena udara lebih berat maka udara akan turun kebawah dan dibuang melalui deaeration valve atau melalui pipa kondensat. Deaeration

akan berlangsung pada saat pembuangan air kondensat selama sistem perebusan berlangsung.

- b. **Pembuangan Air Kondensat Dan Pembuangan Uap Bekas.** Frekwensi pembuangan air kondensat dan pembuangan uap bekas selama proses perebusan tergantung pada siklus rebusan. Puncak pertama dicapai dengan membuka pipa uap (inlet pipe) selama 7 menit (umumnya tekanan dicapai  $1,5 \text{ kg/cm}^2$ ) kemudian pipa uap masuk ditutup dan pipa kondensat, *exhaust pipe* dibuka dengan tiba-tiba sehingga tekanan turun sampai  $0,5 \text{ kg/cm}^2$  (+ 3 menit), kemudian pipa kondensat ditutup. Puncak kedua dicapai, pipa uap masuk dibuka selama 10 menit (tekanan  $2 - 2,5 \text{ kg/cm}^2$ ), kemudian pipa uap masuk ditutup dan pipa kondensat & Exhaust pipe dibuka hingga tekanan  $1 \text{ kg/cm}^2$  (3 menit).
- c. **Pemasakan Buah.** Setelah melalui satu puncak atau dua puncak awal maka pemasakan dapat dilanjutkan dengan membuka pipa uap masuk dan pipa kondensat untuk membuang air kondensat. Masa pemasakan atau sebagai masa penahanan dihitung setelah mencapai puncak tertinggi hingga pembuangan uap terakhir.
- d. **Pembuangan Uap Akhir.** Setelah pemasakan uap selesai maka uap yang berada dalam sterilizer dibuang dengan cara mula-mula dibuka kran pipa kondensat kemudian setelah tekanan menjadi  $2,5 \text{ kg/cm}^2$  maka pipa pembuangan uap yang berada diatas sterilizer dibuka dengan tiba-tiba untuk mempermudah pemipilan buah. Setelah tekanan sama dengan tekanan atmosfer maka pintu rebusan dibuka.
- e. **Pengeluaran Lori Dari Rebusan.** Buah yang telah masak dikeluarkan dari dalam sterilizer dengan membuka pintu rebusan secara perlahan-lahan untuk mengurangi kerusakan "Packing door" lori kemudian ditarik dengan tali bersamaan dengan pemasukan buah yang akan direbus.

### 3.2. Penebahan Buah

Penebahan adalah pemisahan brondolan buah dari tandan kosong kelapa sawit. Buah yang telah direbus di sterilizeer diangkat dengan hoisting crane dan dituang ke dalam thresher melalui hooper yang berfungsi untuk menampung buah

rebus. Autofeeder akan mengatur meluncurnya buah agar tidak masuk sekaligus. Pemipilan dilakukan dengan membanting buah dalam drum yang dengan kecepatan putaran 23-25 rpm. Buah yang terpipil akan jatuh melalui kisi-kisi dan ditampung oleh fruit elevator dan dibawa dengan distributing conveyor untuk didistribusikan ke tiap unit-unit digester. Selanjutnya tandan kosong melalui empty bunch conveyor dibawa ke empty bunch hopper untuk penimbunan sementara sebelum diangkut ke kebun sebagai mulsa.

### 3.3. Presan

**Peremasan/Pelumatan Buah (Digester).** Digester adalah alat untuk melumatkan brondolan sehingga daging buah terpisah dari biji. Digester terdiri dari tabung silinder yang berdiri tegak yang di dalamnya dipasang pisau-pisau pengaduk (*stirring arms*) sebanyak 6 tingkat yang diikatkan pada poros dan digerakkan oleh motor listrik. Lima tingkat pisau dibagian atas digunakan untuk mengaduk/melumat dan pisau bagian bawah disamping pengaduk juga dipakai untuk mendorong massa keluar dari digester. Buah yang masuk kedalam digester diaduk sedemikian rupa sehingga sebahagian besar daging buah sudah terlepas dari dagingnya. Proses pengadukan dan peremasan buah dapat berlangsung dengan baik bila isi ketel adukan selalu dipertahankan penuh. Untuk memudahkan proses pelumatan diperlukan panas 90-95°C yang diberikan dengan cara menginjeksikan uap 3 kg/cm<sup>2</sup> langsung atau melalui mantel (*jackef*). Proses pengadukan berlangsung selama 30 menit. Minyak bebas dibiarkan keluar secara kontiniu melalui lubang didasar ketel. Terhambatnya pengeluaran minyak akan menyebabkan minyak berfungsi sebagai pelumas pisau sehingga mengurangi efek pelumatan pisau digester.

**Pengempaan Buah/Pemerasan Minyak (Pressing).** Pengempa/*screw press* digunakan untuk memisahkan minyak kasar (*crude oil*) dari daging buah (*pericarp*). Alat ini terdiri dari sebuah silinder (*press silinder*) yang berlubang-lubang dan di dalamnya terdapat 2 buah ulir (*screw*) yang berputar berlawanan arah. Tekanan kempa diatur oleh dua konus (*cones*) yang berada pada bagian ujung pengempa yang dapat digerakkan maju mundur secara hidrolis. Massa yang keluar dari digester

diperas dalam screw press pada tekanan 50 –60 bar dengan menggunakan air pembilas screw press suhu 90 – 95°C sebanyak 7% TBS (maks) dengan hasil minyak kasar (*Crude Oil*) yang viscositasnya tinggi. Untuk menurunkan viscositas minyak, penambahan air dapat pula dilakukan di oil gutter kemudian dialirkan melalui oil gutter ke stasiun klarifikasi, sedangkan biji yang bercampur dengan serat masuk ke alat pemecah ampas kempa (*cake breaker conveyor*) untuk dipecahkan.

**Pemecah Ampas Kempa.** Ampas pres yang masih bercampur biji dan berbentuk gumpalan dipecah dan dibawa oleh alat pemecah kempa ke alat selanjutnya untuk dipisah antara ampas dan biji. Alat ini terdiri dari pedal-pedal yang diikatkan pada poros yang berputar 52 rpm. Kemiringan pedal diatur sehingga pemecahan gumpalan terjadi dengan sempurna dan penguapan air dapat berlangsung dengan lancar. Untuk mepercepat penguapan air, diberikan pemanasan dengan uap melalui sistem mantel.

**Pemisah Ampas Dan Biji (*Depericarper*).** Depericarper adalah alat untuk memisahkan ampas dan biji serta membersihkan biji dari sisa-sisa serabut yang masih melekat pada biji. Alat ini terdiri dari kolom pemisah (*separating column*) dan drum pemolis (*polishing drum*). Ampas dan biji dari konveyor pemecah ampas masuk ke dalam kolompemisah. Sistem pemisahan terjadi karena hampa udara di dalam kolom pemisah yang disebabkan oleh isapan blower. Ampas kering (berat jenis rendah) terhisap ke dalam siklon ampas (*fiber cyclone*) dan melalui *air lock* masuk ke dalam konveyor bahan bakar, sedangkan biji yang berat jenisnya lebih tinggi jatuh ke bawah dan dihantar oleh konveyor ke dalam drum pemolis. Drum pemolis berputar dengan kecepatan 32 rpm. Akibat adanya putaran ini, terjadi gesekan yang menyebabkan serabut lepas dari biji.

### **3.4. Pemurnian Minyak**

Stasiun pemurnian minyak adalah stasiun terakhir untuk pengolahan minyak. Minyak kasar hasil stasiun pengempaan dikirim ke stasiun ini untuk diproses lebih lanjut sehingga diperoleh minyak produksi. Proses pemisahan minyak, air dan kotoran dilakukan dengan sistem pengendapan, sentrifugasi dan penguapan.



**Sand Trap Tank.** Alat ini digunakan untuk memisahkan pasir dari cairan minyak kasar yang berasal dari screw press. Untuk memudahkan pengendapan pasir, cairan minyak kasar harus cukup panas yang diperoleh dengan menginjeksikan uap.

**Saringan Bergetar (Vibrating Screen).** Saringan bergetar digunakan untuk memisahkan benda-benda padat yang terikut minyak kasar. Saringan bergetar terdiri dari 2 tingkat saringan dengan luas permukaan masing-masing 2 m<sup>2</sup>. Tingkat atas memakai saringan ukuran 20 mesh, sedangkan tingkat bawah memakai saringan 40 mesh. Crude oil yang telah diencerkan dialirkan ke vibrating screen dengan tujuan untuk memisahkan beberapa bahan asing seperti pasir, serabut dan bahan-bahan lain yang masih mengandung minyak dan dapat dikembalikan ke digester. Untuk mengetahui ketepatan penambahan air pengecer maka setiap 2 jam sekali diambil sample crude oil sebelum masuk vibrating screen untuk selanjutnya dengan hand centrifuge/electric centrifuge dapat diketahui komposisi minyak, NOS dan air. Komposisi yang tepat adalah satu bagian minyak dan dua bagian sludge (NOS dan air). Jika menggunakan decanter maka perbandingan minyak dan sludge 1:1. Minyak kasar yang telah disaring dialirkan kedalam crude oil tank dan suhu dipertahankan 90 – 95°C selanjutnya crude oil dipompa ke settling tank.

**Tangki/Pompa Minyak Kasar (Crude Oil Tank/Pump).** Tangki minyak kasar adalah tangki penampung minyak kasar, yang telah disaring, untuk dipompakan ke tangki pisah (continuous clarifier tank) dengan pompa minyak kasar. Untuk menjaga agar suhu cairan tetap, diberikan penambahan panas dengan menginjeksikan uap. Pembersihan secara menyeluruh (luar dan dalam ) dilakukan setiap minggu akhir mengolah.

**Decanter.** Decanter adalah : alat untuk memisahkan minyak, air dan padatan (solid) secara sentrifugasi datar. Alat ini terdiri dari dua bagian :

- bagian yang diam (*casing*)
- bagian yang berputar

Bagian yang berputar merupakan tabung (*bowl*) yang berputar dengan kecepatan putaran 2000–6000 rpm, dan didalamnya terdapat ulir (*screw conveyor*) dengan putaran sedikit lebih lambat dari tabung. Minyak kasar dari tangki tabung dipompa

melalui saringan berputar (*brush strainer*) dan pemisah awal (*desander*) masuk kedalam *buffer tank* untuk dipanasi dengan sistem injeksi uap sampai suhu 90-95 °C. Setelah cairan mencapai suhu tersebut, alirkan kedalam *decanter*. Akibat gaya sentrifugal, maka padatan bergerak ke dinding *bowl*, didorong oleh ulir kebawah pangkal, dan keluar melalui *bushing*. Cairan bergerak berlawanan arah dengan padatan, dan terjadi pemisahan lebih lanjut akibat gaya sentrifugal. Cairan dengan berat jenis lebih kecil (minyak) menuju ke arah poros yang keluar *melalui wear plate light phase*, sedangkan cairan dengan berat jenis lebih besar (air) terdorong ke arah dinding *bowl* dan keluar melalui *wear plate heavy phase*. Untuk memperoleh hasil pemisahan yang lebih baik, diadakan penyetelan pada kedua *wear plate*.

**Tangki Pisah (*Continuous Tank*).** Pemisahan pertama minyak dengan sludge secara pengendapan dilakukan didalam tangki pisah ini. Untuk mempermudah pemisahan, suhu dipertahankan 95°C dengan sistem injeksi uap pada ruang pertama.

Tangki pisah ini terdiri dari 3 (tiga) ruang, yaitu:

- Ruang pertama : untuk penampungan minyak dari pompa minyak kasar dan penambahan panas.
- Ruang kedua: merupakan ruang pemisahan.  
Minyak yang mempunyai berat jenis kecil mengapung dan dialirkan kedalam tangki masakan minyak (*oil tank*), sedangkan sludge yang mempunyai berat jenis lebih besar dari pada minyak masuk kedalam ruang ketiga melalui lubang bawah sekat.
- Ruang ketiga: ruang penampung *sludge* sebelum dialirkan ketangki *sludge*.

**Tangki Masakan Minyak (*Oil Tank*).** Minyak yang telah dipisah pada tangki pemisah ditampung dalam tangki ini untuk dipanasi lagi sebelum diolah lebih lanjut pada sentripus minyak. Diusahakan agar tangki ini tetap penuh untuk menjaga agar pemanasan tetap 90-95° C. Sistem pemanasan dilakukan dengan pipa spiral yang dialiri uap dengan tekanan 3 kg/cm<sup>2</sup>. Tangki ini berbentuk silinder, dengan bagian dasar berbentuk kerucut.

**Sentrifusi Minyak (*Oil Purifier*).** Untuk pemurnian minyak yang berasal dari tangki masakan yang mengandung air ± 0,50–0,70 % dan ± 0,10 – 0,30 % dipergunakan alat



pemisah sentrifusi ini, yang berputar antara 5000-6000 rpm. Akibat gaya sentrifugal yang terjadi, maka minyak yang mempunyai berat jenis lebih kecil bergerak ke arah poros, dan terdorong keluar oleh sudu-sudu (*paring disc*), sedangkan kotoran dan air yang berat jenisnya lebih besar terdorong ke arah dinding bowl. Air keluar, padatan melekat pada dinding bowl yang dikeluarkan dengan pencucian.

**Tangki Apung (Float Tank).** Tangki apung dipakai untuk mengatur jumlah minyak masuk ke dalam tangki hampa udara (*vacuum*) agar merata dan tetap (konstan). Perlu diperhatikan agar pelampung selalu dalam keadaan baik.

**Pengeringan Minyak (Vacuum Dryer).** Pengeringan minyak dipergunakan untuk memisahkan air dari minyak dengan cara penguapan hampa. Alat ini terdiri dari tabung hampa udara dan 3 (tiga) tingkat *steam ejektor*. Minyak terhisap ke dalam tabung melalui pemercik (*nozzle*), akibat adanya hampa udara, dan terpengaruh ke dalam tabung hampa. Uap air dari tabung hampa terhisap oleh ejektor 1, masuk ke dalam kondensor 1, sisa uap dari kondensor 1 terhisap oleh ejektor 2, masuk ke dalam kondensor 2, sisa uap terakhir dihisap oleh ejektor 3 dan dibuang ke atmosfer. Air yang terbentuk dalam kondensor 1 & 2 langsung ditampung dalam tangki air panas dibawah (*Hot well tank*).

**Timbangan Minyak (Oil Weigher).** Timbangan minyak digunakan untuk mengetahui jumlah minyak yang diproduksi dan bekerja secara otomatis. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah: kebersihan seluruh peralatan mekanis.

**Tangki Sludge (Sludge Tank).** Tangki ini dipergunakan untuk penampungan *sludge* dari hasil pemisahan tangki pisahan yang masih mengandung minyak : 7-9 %. Alat ini berbentuk tabung silinder yang bagian bawahnya berbentuk kerucut. Pemanasan dalam tangki ini dilakukan dengan sistem injeksi uap dan suhu cairan dalam tangki 95 - 115° C.

**Saringan Berputar (Brush Strainer).** Saringan ini dipakai untuk memisahkan serabut yang masih ada dalam *sludge* sebelum diolah dalam *sludge separator*. Alat ini terdiri dari tabung silinder yang berlubang-lubang halus dengan sikat-sikat yang berputar bersama poros ditengah-tengah silinder tersebut. Cairan yang telah

tersaring dari bagian atas untuk menuju ke dalam *desander*, sedangkan serabut atau sampah dibuang dari bagian bawah.

**Pre Cleaner (Desander).** Cairan yang keluar dari saringan berputar, masih mengandung pasir. Untuk membuang pasir itu digunakan *sludge pre cleaner*. Alat ini pada bagian atas berbentuk silinder, dan bagian bawah berbentuk konus yang terbuat dari bahan keramik. Dibawah konus terdapat tabung pengendapan pasir. Cairan dipompakan pada bagian samping atas dengan sistem siklus, sehingga cairan berputar dalam tabung dan konusnya, yang mengakibatkan timbulnya gaya sentrifugal. Gaya ini menyebabkan pasir turun dengan cepat melalui konus untuk dibuang, sedangkan cairan tanpa pasir bergerak keatas, dan keluar melalui poros.

**Sentrifusi sludge (sludge separator).** Cairan *sludge* yang telah melalui *brush strainer* dan *pre cleaner*, dimasukkan ke dalam *sludge separator* ini untuk dikutip minyaknya. Dengan gaya sentrifugal minyak yang berat jenisnya lebih kecil bergerak menuju ke poros dan terdorong keluar melalui sudu-sudu (*paring disc*) keruang pertama tangki pisah (*continuous tank*). Cairan dan ampas yang mempunyai berat jenis lebih berat dari pada minyak, terdorong kebagian dinding bowl, dan keluar melalui *nozzle*. Padatan yang menempel pada dinding bowl dibersihkan/dicuci secara manual.

**Tangki Minyak Kutipan (Sludge Drain Tank).** Endapan-endapan dari tangki pemisah, tangki masakan minyak, tangki *sludge*, yang diperiksa setiap pagi sebelum mengolah, ditampung dalam tangki ini. Demikian juga minyak kutipan dari bak penampung *sludge* (*sludge pit*), atau *sludge oil recovery tank* ditampung dalam tangki ini. Tangki ini dilengkapi dengan sistem pemanas uap injeksi untuk tujuan pemanasan. Minyak tertampung dibagian atas dialirkan ketangki penampungan minyak (*Reclaimed Oil Tank*), sedangkan lumpur pekat dibuang ke dalam bak penampung *sludge* (*sludge pit*).

**Tangki Penampung Minyak (Reclaimed Oil Tank).** Cairan dengan kadar minyak tinggi dari tangki minyak kutipan (*sludge drain tank*) ditampung dalam tangki ini untuk kemudian dipompakan dalam tangki pemisah. Pada beberapa pabrik, minyak hasil *sludge separator* ditampung dalam tangki ini juga. Pembersihan dan pemeriksaan

dilakukan terhadap tangki, saklar, pelampung, motor listrik/pompa harus dilaksanakan setiap minggu.

**Bak Penampung Sludge (Sludge Pit).** Bak ini digunakan untuk menampung cairan-cairan yang masih mengandung minyak, dari parit klarifikasi dan air kondensat rebusan, untuk kemudian dipompakan dengan *Slurry Pump* ke tangki pengutipan minyak (*Sludge Oil Recovery Tank*).

**Tangki Pengutipan Minyak (Sludge Oil Recovery Tank).** Cairan sludge dari bak penampung sludge dipompakan ke dalam tangki ini untuk pengutipan minyak lebih lanjut. Sistem pemisahan minyak berlangsung secara gravitasi, dimana minyak dikutip dari bagian atas dengan alat pengutip (*Oil Skimmer*) yang dapat distel naik turun sesuai dengan ketebalan minyak yang terapung. Pada beberapa pabrik, pengutipan minyak yang terkandung di dalam cairan sludge dilaksanakan pada bak penampung sludge (*sludge pit*) yang ukurannya dibuat sedemikian rupa, sehingga volume nya cukup untuk terlaksananya pemisahan. Tangki pengutipan minyak ini dilengkapi dengan pemanas uap sistem injeksi untuk menjaga agar panas dalam cairan tetap tinggi ( $\pm 75^{\circ} \text{C}$ ). Minyak hasil kutipan dialirkan ke dalam tangki penampung dan dipompakan ke dalam tangki minyak kutipan (*sludge drain tank*), dan cairan bawah dialirkan ke parit pembuangan air limbah melalui limpahan (*over flow*).

### 3.5. Pengolahan Biji

Stasiun pengolahan biji adalah stasiun pengolahan terakhir untuk memperoleh inti sawit. Biji dari pemisah biji dan ampas (*depericarper*) dikirim ke stasiun ini untuk diperam, dipecah, dipisahkan antara inti dan cangkang. Inti dikeringkan sampai batas yang ditentukan, dan cangkang dikirim ke pusat pembangkit tenaga uap sebagai bahan bakar.

**Timba Biji Dan Transpor Biji (Nut Elevator & Nut Pneumatic Transport).** Timba dan transpor biji dipakai untuk mengangkat biji yang berasal dari pemisah biji dan ampas ke silo biji dan dari silo biji ke pemecah biji (*nut creaker*). Alat ini terdiri dari timba-timba yang diikatkan pada rantai, dan digerakkan oleh electromotor dan berputar tegak (vertikal).

**Silo Biji (Nut Silo).** Silo biji adalah alat yang dipakai untuk pemeraman biji, yang selanjutnya bila biji tersebut telah kering akan dipecah didalam alat pemecah. Pada silo ini kadar air yang terkandung didalam biji akan dikurangi dengan cara meniupkan udara panas yang dialirkan melalui elemen panas(Heating element).

Suhu diatur sebagai berikut :

- bagian atas 60 °C
- bagian bawah seperti udara luar.

Pemanasan pemeraman dilakukan selama 8 –12 jam sampai kadar air dalam biji mencapai  $\pm 9 \%$ , dalam kondisi ini biji dapat dipecahkan dengan baik dan inti mudah lepas dari cangkang.

**Alat-Alat Pengantar (Conveyor).** Terdapat beberapa alat pengantar (conveyor) biji, biji pecah dan fungsinya mengantar biji dari silo ke timba biji, dan biji pecah dari saringan getar kekolom pemisah, dan juga dari saringan ke timba biji. Hal-hal yang perlu diperhatikan pada pengoperasian adalah : baut-baut metalan gantung harus terikat kuat. Pembersihan dan pemeriksaan menyeluruh dilakukan setiap minggu.

**Tabung Pemisah Biji (Nut Grading Drum).** Tabung pemisah biji adalah alat pembagi biji menurut besarnya diameter biji agar biji yang masuk kedalam setiap Craker diusahakan merata. Alat ini berupa tabung berputar, yang dilengkapi dengan lubang-lubang (Perforasi) yang besarnya disesuaikan dengan histogram.

**Pemecahan Biji (Nut Craker).** Pemecahan biji, adalah alat yang dipakai untuk memecah biji yang telah diperam dan dikeringkan didalam silo. Pemecahan ini terdiri dari rotor yang berputar dengan kecepatan 1000-1500 rpm, didalam stator. Biji yang berasal dari *Nut Grading Screen* masuk melalui rotor, dengan gaya sentrifugal biji keluar, dan terbanting pada stator.

**Pemisah Getar (Vibrating Screen).** Pemisah getar dipakai untuk memisahkan biji utuh dan campuran hasil pemecahan dari pemecah biji. Alat ini berupa kisi-kisi yang bergetar dengan jarak tertentu sesuai dengan histogram. Hasil pemecahan dari pemecah biji, masuk kedalam alat ini dan dengan bantuan getaran, dipisahkan antara biji utuh dengan campuran pecahan (cracker mixture). Cracked mixture turun melalui

kisi-kisi, diteruskan kedalam kolom pemisah, sedangkan biji utuh dihantarkan ke timba biji untuk dipecahkan kembali.

**Kolom Pemisah (Winowing).** Kolom pemisah digunakan untuk memisahkan abu dan benda-benda ringan dari campuran pecahan (*cracker mixture*) sebelum masuk kedalam hydrocyclone. Alat ini berupa tabung hampa udara, yang disebabkan oleh hisapan kipas (*blower*). *Cracker mixture*, masuk kedalam tabung dan dengan gaya berat, inti dan cangkang kasar masuk kedalam bak air hydrocyclone, benda-benda berat lainnya berupa batu jatuh ke bawah dan ditampung, sedangkan benda-benda ringan seperti abu, cangkang dan inti halus, terhisap masuk kedalam cyclone, dan melalui air lock masuk kedalam silo cangkang.

**Hydrocyclone.** Hydrocyclone dipakai untuk memisahkan inti dan cangkang yang terdapat didalam *cracker mixture*.

Alat ini terdiri dari :

- Bak air penampung *cracked mixture* yang terdiri dari beberapa sekat.
- Tabung pemisah, yang dilengkapi dengan pompa pengutip (*Vortex Finder*) dan konus dibawahnya.
- Pompa-pompa.
- *Dewatering drum* untuk inti dan cangkang.

*Cracker mixture* yang keluar dari kolom pemisah masuk kedalam bak air sekat pertama, dan dihisap dengan pompa dan ditekan masuk kedalam tabung pemisah 1. Dengan gaya sentrifugal benda-benda yang ringan (inti) naik kebagian atas melalui *Vortex Finder* masuk kedalam *dewatering drum* inti, dimana air dibuang, sedangkan benda-benda berat (cangkang yang masih mengandung inti) turun kebawah, melalui konus masuk kedalam bak air sekat ke 3. Dengan bantuan pompa, dari sekat ke 3 cangkang yang masih mengandung sebagian inti dihisap dan ditekan kedalam tabung pemisah ke 2. Inti naik keatas melalui *Vortex Finder*, dikembalikan kedalam bak air sekat 1, sedangkan cangkang melalui konus masuk kedalam bak air sekat ke 3. Dengan bantuan pompa, dari sekat ke 3 cangkang yang masih mengandung sebagian kecil inti diisap dan ditekan kedalam tabung pemisah ke 3, dimana inti naik, dan melalui *Vortex Finder* masuk kedalam bak air sekat 1, sedangkan cangkang melalui konus masuk kedalam *dewatering drum* cangkang untuk dibuang airnya.



### ***Pengantar Biji, Inti Dan Cangkang (Nut, Kernel & Shell Pneumatic Transport)***

Alat ini dipergunakan untuk mengantar :

- Biji dari pemisah biji & ampas (*depericarper*) kedalam silo biji
- Pengantar inti dari dewatering drum kesilo inti
- Pengantar inti dari silo inti ke penurunan inti
- Pengantar cangkang dari *dewatering drum* cangkang ke silo cangkang

Alat ini merupakan tabung pipa (*pipa pneumatic*) yang mempergunakan udara sebagai media hantar, yang diperoleh dari kipas (*blower*). Biji, inti dan cangkang berasal dari *depericarper*, dewatering tekanan udara dihantar ke silo biji, silo inti dan silo cangkang.

***Silo Inti (Kernel Silo)***. Silo inti dipakai untuk mengeringkan inti yang berasal dari hydrocyclone sampai kadar air sesuai dengan ketentuan ( $\pm 7\%$ ). Pengeringan dilakukan dengan udara yang ditiup oleh kipas melalui elemen pemanas.

Suhu pemanasan diatur sebagai berikut :

- Tingkat I (paling bawah) : sama dengan suhu udara luar.
- Tingkat II (tengah) :  $50^{\circ}\text{C}$ .
- Tingkat III (atas) :  $60^{\circ}\text{C}$ .

Inti yang sudah kering diturunkan melalui *shaking grade*.

Hal-hal yang sering dijumpai selama pengoperasian :

a. Inti mentah

Mengakibatkan: kadar air tinggi, mudah timbulnya jamur, dan dapat mempercepat kenaikan ALB. Hal ini disebabkan karena :

- Blower tidak dijalankan secara kontinu.
- Elemen pemanas kotor.
- Bidang penurunan/*shaking grade* kotor.
- Silo inti kotor.
- Lama pemanasan kurang.
- Isian silo inti tidak penuh.

b. Inti terlalu kering

Disebabkan pengeringan terlalu lama, yang dapat mengakibatkan kadar minyak dalam inti rendah, dan kerugian terhadap berat inti.

**Penurunan Inti (Kernel Hoper).** Penurunan inti merupakan corong inti produksi ke dalam goni, sekaligus ditimbang.

**Silo Penimbunan Inti (Kernel Bin).** Silo penimbunan inti dipakai sebagai penimbunan inti sebelum disortasi ulang. Pembersihan dan pemeliharaan dilakukan setiap silo penimbunan kosong.

Efisiensi pengutipan inti (EPI) ditinjau dari segi teknis dan ekonomis, EPI yang tinggi jika rendemen inti diperoleh mendekati rendemen teoritis, umumnya lebih besar dari 90%. Sedangkan kenyataannya bahwa realisasi di lapangan sekarang berkisar antara 80-85%. Angka ini perlu dinaikkan dengan merancang pabrik pengolahan inti di PKS yang efisien dan ekonomis.

Berdasarkan pengamatan dari PKS terlihat bahwa alat pengolahan biji yang memiliki investasi yang tinggi dan perawatan yang efektif ialah hydrocyclone, sehingga alat ini tidak lagi ditempatkan dalam pola yang akan dikemukakan di bawah. Sedangkan antara Nut Cracker dan Ripple Mill masih terdapat keuntungan dan kelemahan kedua alat tersebut, akan tetapi ditinjau dari segi kebutuhan alat pendukung lainnya maka diusulkan memakai Ripple Mill. Oleh sebab itu disusun pola pengolahan biji sawit sebagai berikut:

### **3.5.1. Sistem Basah**

Pada pola ini, pengolahan inti antara lain terdiri dari unit fermentasi Ripple Mill, Clay bath dan Kernel Drier (Type Cylindrical). Pemeraman biji dengan silo biji yang dialiri dengan udara panas diatur suhu silo berkisar antara 50-70°C. Suhu nut silo bagian atas 70°C, bagian tengah 60°C, dan bagian bawah 50°C. Pemanasan dengan suhu rendah bertujuan untuk membantu proses hidrolisis, bila suhu terlalu tinggi dapat menyebabkan pektin mengering dan sulit dihidrolisa, sehingga pemecahan di cracker kurang berhasil, yaitu meningkatkan inti pecah, inti lekat dalam tempurung yang dapat menurunkan kualitas.





*Ripple Mill* merupakan salah satu alternatif untuk mengatasi kelemahan *nut cracker* (konvensional) dalam proses pemecahan biji. *Ripple Mill* digunakan karena spesifikasi peralatan (sederhana, lebih murah, dan energi lebih murah), mutu produksi lebih baik, dan operasional lebih mudah. Kelemahan rotor road tidak tahan terhadap benturan benda keras, dan pengelasan ripple plate agak sulit. Kelemahan ini dapat diatasi dengan memasang alat penangkap logam. Kernel Drier Type Cylindrical dipilih karena penyaringan tipe ini lebih homogen dibandingkan dengan Type Rectangular. Pola ini merupakan sistem basah, sehingga pada waktu pengeringan inti sawit di Kernel Drier akan memerlukan energi yang sangat besar.

### **3.5.2. Sistem Kering**

Pada pola kedua ini, pengolahan inti antara lain terdiri dari unit Fermentasi, Ripple Mill, Pneumatic I, Pneumatic II, dan Kernel Drier. Pola ini merupakan sistem kering karena tidak menggunakan claybath maupun hydrocyclone. Hisapan dengan angin (Pneumatic) mempunyai keuntungan jika dibandingkan dengan pemisahan secara basah (Claybath) dan Hydrosiklon. Inti yang dihasilkan tidak basah sehingga keperluan energi untuk mengeringkan inti hanya sedikit, dan kemungkinan kerusakan minyak dalam pengeringan semakin kecil. Dengan cara ini keadaan pabrik bersih tidak seperti *kernel plant* yang menggunakan pemisahan sistem basah. Akan tetapi jumlah inti yang tidak terkutip sangat tinggi.

Pada pola ini Pneumatic I dan Pneumatic II berfungsi untuk memisahkan kotoran yang terdiri dari debu dan partikel halus (cangkang), sehingga dalam pelaksanaannya perlu ditambah dengan Pneumatic III. Pneumatic III berguna untuk memisahkan inti dari tumpukan cangkang. Penambahan Pneumatic III akan menambah biaya investasi tetapi akan meningkatkan rendemen inti.

### **3.5.3. Gabungan Sistem Basah Dan Sistem Kering**

Pada pola ketiga ini pengolahan inti antara lain terdiri dari unit fermentasi, Ripple Mill, Pneumatic I, Pneumatic II, Claybath dan Cernel Drier (Type Cylindrical). Pola ini merupakan gabungan antara sistem basah dan sistem kering, sehingga sistem ini

memerlukan dua unit cernel drier, satu unit untuk mengeringkan inti sawit yang berasal dari Claybath, dan satu unit lagi untuk mengeringkan inti sawit yang berasal dari Pneumatic I.

#### **4. PENYIMPANAN, TRANSPORTASI DAN PENIMBUNAN CPO**

Sejalan dengan makin meningkatnya luas areal perkebunan kelapa sawit, produksi minyak sawit semakin lama semakin meningkat pesat. Sekitar 40% dari produksi minyak sawit Indonesia diekspor ke berbagai negara dalam bentuk CPO (85%) dan sisanya (15%) dalam bentuk olahan lanjut, seperti olein, stearin, asam lemak dan sebagainya.

Penyimpanan dan penanganan selama transportasi minyak sawit yang kurang baik dapat mengakibatkan terjadinya kontaminasi baik oleh logam maupun bahan lain sehingga akan menurunkan kualitas minyak sawit. Pengawasan mutu minyak sawit selama penyimpanan, transportasi, dan penimbunan perlu dilakukan dengan ketat untuk mencegah terjadinya penurunan mutu minyak sawit. Salah satu cara yang dapat ditempuh adalah dengan membuat standar prosedur penyimpanan, transportasi darat dan penimbunan minyak sawit, yang mengikat semua pihak dalam perdagangan minyak sawit.

##### **4.1. Tujuan**

Standarisasi prosedur penyimpanan, transportasi darat, dan penimbunan minyak sawit bertujuan untuk mencegah kontaminasi dan penurunan kualitas minyak sawit. Prosedur yang telah disepakati ini guna mencegah sengketa baik antara produsen, transportasi, pembelian maupun konsumen sendiri. Kesepakatan ini perlu diterapkan dalam bentuk kesepakatan bersama yang ditanda tangani berbagai pihak terkait.

## **4.2. Penyimpanan Minyak Sawit Di Pabrik**

### **4.2.1. Spesifikasi Tangki**

Bahan dasar tangki penyimpanan di pabrik harus terbuat dari baja lunak dengan ketebalan minimum 7mm. Disarankan bagian dalam dilapisi dengan *epoksi yang inert* dan diperkenankan pemakaiannya untuk makanan. Bagian-bagian di dalam tangki yang bersinggungan dengan minyak seperti pipa-pipa, kran, coil panas dan pompa tidak boleh terbuat dari tembaga.

### **4.2.2. Konstruksi**

Tangki berbentuk silinder vertikal dengan kapasitas 200-1000 ton. Disarankan bagian bawah tangki berbentuk kerucut sebagai tempat pengendapan kotoran. Ujung pipa untuk pemuatan minyak adalah 20% dari bagian atas tangki, sedangkan untuk pipa pembongkaran minyak, ujungnya tidak lebih rendah dari 100% dari tinggi tangki.

### **4.2.3. Pendinginan**

Sebelum dialirkan ke tangki penyimpanan minyak yang keluar dari vacuum drier perlu didinginkan terlebih dahulu sampai suhu 55°C agar minyak tidak terlalu lama pada suhu tinggi yang dapat menurunkan mutu minyak. Sistem pendingin dapat berupa heat exchanger dengan menggunakan air dingin sebagai medium pendinginan.

### **4.2.4. Pemanasan Dan Suhu**

Untuk mencegah terjadinya kristalisasi minyak sawit serta untuk menyeragamkan minyak pada waktu pengiriman, tangki penyimpanan perlu dilengkapi dengan pemanas. Pemanas dapat dilakukan dengan berbagai metode yang berpedoman pada minimalisasi penurunan mutu minyak yang diakibatkan oleh pemanasan tersebut

Pemanasan dapat dilakukan dengan uap pada tekanan 1.5-3 kg/cm<sup>2</sup> (25-40 PSIG) yang dialirkan ke dalam pipa pemanas yang terbuat dari baja lunak berdiameter 2" dengan ketinggian ½ feet dari dasar tangki. Rancangan pipa pemanas

harus dibuat sedemikian rupa sehingga menghasilkan laju pemanas tidak lebih dari 5°C /hari.

Suhu minyak pada waktu pemuatan ke dalam tangki angkut adalah 50-55°C. Untuk menjaga suhu, disarankan tangki memiliki sistem pengatur suhu (thermostat) yang dapat menjaga fluktuasi suhu sebesar 1°C serta pencatatan suhu (recorder).

#### **4.2.5. Pencucian tangki**

Pencucian tangki harus dilakukan paling sedikit 2 (dua) kali satu tahun. Prosedur pencucian tangki penyimpanan adalah sebagai berikut:

- Dinding tangki dan pipa pemanas dibersihkan dengan menggunakan alat sikat secara manual.
- Tangki dicuci dengan air panas dan air dingin
- Tangki dikeringkan dengan udara tekan
- Apabila masih belum bersih, tangki dapat dicuci dengan larutan detergen panas yang diikuti dengan pembilasan menggunakan air panas dan air dingin

Prosedur tersebut hanya berlaku untuk tangki yang menyimpan minyak sawit saja.

### **4.3. Transportasi Darat**

Transportasi minyak sawit dari pabrik ke tangki timbun pelabuhan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan menggunakan truk tangki atau dengan kereta api/gerbong tangki. Tangki yang digunakan harus tangki yang hanya memuat minyak sawit atau minyak nabati lain yang tergolong sebagai bahan pangan. Spesifikasi dan cara pencucian tangki angkut adalah sebagai berikut:

**Bahan dasar.** Bahan dasar tangki pengangkut harus terbuat dari aluminium atau baja lunak dengan ketebalan minimum 5 mm. Disarankan bagian dalam dilapisi dengan epoksi yang inert dan sesuai untuk makanan. Bagian-bagian di dalam tangki yang bersinggungan dengan minyak seperti pipa-pipa, kran, tutup tidak boleh terbuat dari tembaga.

**Konstruksi.** Tangki berbentuk silinder horizontal dengan kapasitas 9-13 ton untuk tangki truk dan 20-27 ton untuk tangki kereta api

**Sistem pemanasan untuk pembongkaran minyak.** Untuk mencairkan minyak yang telah mengkristal di dalam tangki perlu dilakukan pemanasan pada waktu pembongkaran. Oleh karena itu tangki kereta api dan tangki truk perlu dilengkapi dengan pipa-pipa untuk mengalirkan steam ke dalam tangki.

**Pencucian tangki.** Prosedur pencucian tangki penyimpanan adalah sebagai berikut:

- Dinding tangki dibersihkan dengan sikat secara manual
- Tangki dicuci dengan air panas dan air dingin
- Tangki dikeringkan dengan udara tekan.
- Apabila masih belum bersih, tangki dapat dicuci dengan larutan detergen panas yang diikuti dengan pembilasan menggunakan air panas dan air dingin

Pencucian tangki harus dilakukan segera setelah pembongkaran minyak dari tangki. Prosedur tersebut hanya berlaku untuk tangki yang khusus untuk mengangkut minyak sawit saja.

#### **4.4. Pemuatan Minyak**

**Pemeriksaan kebersihan tangki.** Sebelum minyak dimuat ke dalam tangki, kebersihan tangki harus diperiksa oleh petugas dari pabrik yang disaksikan oleh pihak pengangkut. Apabila tangki belum bersih, minyak tidak diperkenankan untuk dimuat.

Pengamatan kebersihan meliputi:

- Adanya air dan kotoran di dalam tangki
- Ada tidaknya sisa-sisa minyak di dalam tangki
- Kebersihan kran, tutup dan bagian luar tangki.

**Suhu pemuatan.** Suhu awal merupakan faktor yang menentukan waktu angkut, yang merupakan fungsi linier untuk jarak tempuh. Namun pemanasan yang berlebihan akan merusak mutu minyak sawit sehingga suhu awal merupakan faktor pembatas waktu transportasi. Suhu yang dianjurkan untuk minyak sawit dan produk-produk minyak sawit pada waktu dimuat adalah sebagai berikut:

Produk	Min, °C	Maks, °C
Minyak sawit (CPO)	50	55
Stearin	55	70
Olein	30	35

**Pemuatan.** Minyak dari tangki penimbunan di pabrik diisi langsung ke dalam tangki angkut dengan pompa . Tangki harus terisi penuh karena adanya spasi kosong dapat menyebabkan terjadinya aerasi yang dapat menurunkan mutu minyak. Setelah penuh tutup tangki harus disegel yang dilengkapi dengan gembok yang kuncinya dipegang oleh pihak PKS, dan tangki timbun guna menjamin bahwa tangki tidak dapat dibuka selama perjalanan.

**Pembongkaran minyak ke tangki timbun.** Minyak yang terdapat dalam tangki angkut akan dipompakan ke dalam tangki timbun, sebelumnya dituang ke dalam bak pindah agar pemompaan dapat berlangsung dengan baik. Bak pindah terbuat dari plat besi yang dilapisi dengan epoksi dan berada di bawah permukaan tanah, yang dilengkapi oleh pipa pemanas. Bak tersebut harus terlindungi dari sinar matahari dan hujan sehingga pengoperasiannya dapat dilakukan setiap saat. Pada stasiun pembongkaran disediakan pipa penghubung sumber uap dengan tangki angkut yang mudah dioperasikan .

**Pengambilan dan analisis sampel.** Sampel diambil dari minyak sawit yang dimuat ke dalam tangki dan dilakukan analisis di laboratorium pabrik. Alat pengambilan sampel tidak boleh terbuat dari tembaga. Parameter yang dianalisis meliputi: kadar asam lemak bebas, kadar air, dan kadar kotoran. Metode analisis kadar air disarankan ialah menggunakan oven microwave untuk mempercepat waktu analisis.

**Susut transportasi.** Penyusutan minyak selama pengangkutan dari kebun sampai di tangki timbun pelabuhan baik untuk tangki angkut kereta api maupun tangki truk diperkenankan maksimum 0,3%.

**Dokumen pengiriman minyak.** Setiap pengiriman minyak harus dilengkapi dengan dokumen pengiriman yang antara lain berisi :



- Nama pabrik produsen minyak
- Nama perusahaan pengangkutan
- Tanggal dan jam Pengiriman
- Tanggal dan jam tiba
- Jumlah minyak
- Hasil analisis mutu minyak oleh PKS
- Suhu minyak saat tiba
- Nama dan tanda tangan supir pengangkut
- Nomor polisi truk angkut
- Nomor wagon kereta api
- Nama dan tanda tangan pengirim
- Keterangan lain yang dianggap perlu

**Lama perjalanan.** Lama perjalanan dari pabrik minyak sawit ke tangki timbun atau kapal di pelabuhan adalah sebagai berikut:

- Untuk tangki truk maksimum adalah 12 jam
- Untuk tangki kereta api maksimum adalah 24 jam

#### **4.4.1. Spesifikasi Tangki Timbun Pelabuhan**

**Bahan dasar.** Bahan dasar tangki penyimpanan di pabrik harus terbuat dari baja lunak dengan ketebalan minimum 9 mm. Disarankan bagian dalam dilapir dengan epoksi yang inert dan diperkenankan pemakaiannya untuk makan Bagian-bagian di dalam tangki yang bersinggungan dengan minyak seperti pipa-kran, coil pemanas, dan pompa tidak boleh terbuat dari tembaga.

**Konstruksi.** Tangki berbentuk silinder vertikal dengan kapasitas 1 ton. Disarankan bagian bawah tangki berbentuk kerucut sebar pengendapan kotoran. Pipa untuk pemuatan minyak ke dalam tangki berbentuk U terbalik dan mempunyai siphon breaker pada bagian atas masuk ke bawah sampai mencapai bagian bawah tangki. Ini untuk terjadinya aerasi selama pemuatan minyak.



**Sistem pemanasan dan suhu.** Untuk mencegah terjadinya kristalisasi minyak sawit serta untuk menyeragamkan minyak pada waktu pengiriman, tangki penyimpanan perlu dilengkapi dengan pemanas. Pemanasan dapat dilakukan dengan berbagai metode dengan berpedoman pada minimalisasi penurunan mutu minyak yang diakibatkan oleh pemanasan tersebut.

Pemanasan dapat dilakukan dengan uap pada tekanan 1,5-3 kg/cm<sup>2</sup> (25-40psig) yang melalui reducer dan dialirkan ke dalam pipa pemanas yang terbuat dari baja lunak berdiameter 2" dengan ketinggian ½ feet dari dasar tangki. Rancangan pipa pemanas harus dibuat sedemikian rupa sehingga menghasilkan laju pemanasan tidak lebih dari 5 °C/hari

Suhu minyak pada waktu pemuatan/pembongkaran adalah 50-55 °C. Untuk menjaga suhu, disarankan tangki memiliki sistem pengatur suhu (thermostat) yang dapat menjaga fluktuasi suhu sebesar 1°C serta pencatatan suhu (recorder).

**Pencucian tangki.** Pencucian tangki harus dilakukan paling sedikit 2 (dua) kali satu tahun. Prosedur pencucian tangki penyimpanan adalah sebagai berikut :

- Dinding tangki dibersihkan dengan alat sikat secara manual
- Tangki dicuci dengan air panas dan air dingin
- Tangki dikeringkan dengan udara tekan.
- Apabila masih belum bersih, tangki dapat dicuci dengan larutan detergen panas yang diikuti dengan pembilasan menggunakan air panas dan air dingin
- Pipa-pipa minyak dibersihkan dengan menggunakan pingging

**Pemeriksaan pipa pemanas.** Pipa pemanas diperiksa bersamaan dengan masa pencucian (butir 6.3.) dengan melakukan uji hydrotest, dengan cara ini dapat diketahui apakah pipa pemanas bocor atau tidak.

## **5. RANCANG BANGUN PKS**

Tanaman kelapa sawit menghasilkan tandan yang mengandung minyak 25% dan inti sawit 7%. Tandan tersebut harus mendapat perlakuan fisika dan mekanik dalam pabrik sehingga diperoleh minyak dan inti. Pengembangan tanaman kelapa

sawit selalu disertai dengan pembangunan pabrik, yang berbeda halnya dengan pengolahan hasil komoditi lainnya yang dapat dilakukan secara manual atau tradisional. Hal ini disebabkan minyak sawit mudah mengalami perubahan kimia dan fisika selama minyak dalam tandan dan pengolahan. Oleh sebab itu pengembangan kelapa sawit tanpa disertai dengan pengembangan pabrik adalah merupakan usaha sia-sia. Perencanaan pembangunan pabrik haruslah selaras dengan rencana penanaman dan rencana produksi TBS.

Dalam perencanaan pabrik kelapa sawit perlu dipertimbangkan beberapa faktor antara lain; ketersediaan bahan baku, kapasitas olah, tata letak, rancangan tata letak alat dan organisasi pabrik selain faktor berikut: sumberdaya manusia, sumberdaya alam, prasarana dan sarana seperti jalan dan transportasi, telekomunikasi, dan energi.

Data sumberdaya alam diperlukan untuk melihat ketersediaan sumber dan kualitas air, nilai ekonomi dari vegetasi yang ada di areal proyek yang juga menentukan biaya pembukaan lahan, ada/tidaknya banjir di lokasi proyek, ada/tidaknya pemukiman di areal proyek, keadaan fisik lahan seperti topografi dan geologi, jenis, status dan kesesuaian rencana proyek dengan rencana tataguna lahan.

Data prasarana dan sarana seperti instalasi listrik, air, telekomunikasi, dan jalan yang sudah ada dan yang direncanakan diperlukan untuk menilai kecukupannya untuk proyek yang akan dikembangkan dan untuk menetapkan sarana dan prasarana tambahan yang perlu dibangun.

Data keadaan sosial ekonomi diperlukan terutama untuk melihat ketersediaan tenaga terutama untuk keperluan perawatan, produksi dan tenaga administrasi. Mata pencaharian dan pendapatan penduduk diperlukan untuk menetapkan apakah tenaga yang tersedia akan tertarik untuk bekerja di ladang/pabrik kelapa sawit. Apabila pendapatan masyarakat tinggi, maka akan sulit mendapatkan tenaga kerja. Tingkat pendidikan dan mata pencaharian menentukan kualitas sumber daya manusia yang tersedia. Survei ekonomi juga diperlukan untuk mendapatkan harga bahan-bahan dan upah buruh yang diperlukan dalam investasi.

## 5.1. Kapasitas Olah

Ukuran besarnya pabrik umumnya dinyatakan dengan kapasitas olah, yaitu kemampuan pabrik untuk mengolah bahan baku atau menghasilkan pabrik untuk mengolah bahan baku atau menghasilkan produk. Kapasitas olah dinyatakan dalam bobot/waktu atau volume/waktu, dan untuk pabrik kelapa sawit (PKS) dinyatakan dengan ton TBS/jam. Faktor yang diperhatikan dalam pembangunan pabrik ialah :

### 5.1.1. Produksi tandan

Produksi tandan dinyatakan ton/ha, yang berarti jumlah produksi tandan dari areal selama satu tahun yang menjadi bahan baku PKS. Produksi tandan tidak sama untuk setiap bulan atau setiap tahun. Variasi produksi menjadi pertimbangan dalam penetapan kapasitas olah pabrik.

Variasi panen setiap bulan berbeda-beda untuk setiap daerah, ini dipengaruhi oleh iklim, perlakuan perawatan dan jenis tanaman (Tabel 1.1.)

Tabel 1.1. Variasi panen kelapa sawit

Bulan	Sumatera Utara (%)	Riau (%)	Jambi (%)	Bengkulu (%)	Sumatera Selatan (%)	Jawa (%)	Lampung (%)	Kaliman tan (%)	Sulawesi Selatan (%)	Irian Jaya (%)
Januari	4,83	4,28	4,53	8,60	7,59	4,75	4,40	2,81	3,28	5,10
Pebruari	8,65	6,88	7,95	10,35	5,36	5,36	2,93	5,45	6,67	8,55
Maret	7,12	8,37	5,36	8,05	5,26	6,05	3,53	4,76	6,63	7,58
April	8,72	9,70	10,86	10,63	7,44	9,22	5,08	7,25	11,34	8,81
Mei	7,91	8,04	8,85	9,75	12,05	10,59	8,06	6,43	11,64	9,21
Juni	7,03	7,09	9,08	10,25	9,80	10,36	12,69	10,64	10,01	7,99
Juli	8,65	9,97	9,96	9,92	8,17	11,60	12,96	13,23	10,82	8,37
Agustus	8,91	8,74	7,35	4,71	8,27	8,83	12,29	11,69	8,56	7,52
September	9,28	10,76	8,82	6,49	8,69	6,80	11,68	7,12	6,94	7,81
Oktober	8,48	9,27	8,97	6,77	9,26	9,10	10,64	7,06	6,19	7,53
Nopember	8,48	8,72	8,06	7,50	10,21	8,46	8,19	10,68	6,63	7,96
Desember	11,88	8,13	10,14	6,91	7,88	8,92	7,48	15,04	11,23	12,14

### 5.1.2. Jam Olah Pabrik

Pabrik kelapa sawit selalu diupayakan agar dapat beroperasi selama 24 jam, akan tetapi jam olah pabrik selalu lebih singkat dari jam operasi, hal ini disebabkan dalam proses pengolahan yang semikontinu sering mengalami stagnasi. Stagnasi

pada satu alat atau instalasi sering mengganggu pengoperasian alat dibagian hilir. Jam olah pabrik dinyatakan jam olah *screw press*, yang menjadi kesepakatan bersama, yang dihitung sejak *screw press* bekerja hingga berhenti. Berdasarkan pengamatan jam operasi pabrik adalah 550-600 jam/bulan, hal ini dapat dicapai pada masa panen puncak (kira-kira dua bulan).

Berdasarkan jumlah produksi dan jam olah pabrik maka dapatlah ditetapkan kapasitas olah efektif:

$$\text{Kapasitas olah efektif} = \frac{L \times P}{J} \times V = \text{ton TBS/jam}$$

L = Luas areal (ha)

P = Produksi TBS (ton/ha)

V = Produk tertinggi (distribusi panen, %)      J = Jam olah (jam/bulan)

Misalnya :

Tetapkanlah kapasitas olah efektif PKS yang akan dibangun dengan bahan baku berasal dari areal 5000 ha dengan produksi 20 ton/ha, jam olah pabrik yang direncanakan ialah 550 jam/bulan, dengan distribusi panen puncak 12,5%

Jawab :

Masukkan angka-angka tersebut pada persamaan :

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas olah efektif} &= \frac{L \times P}{J} \times V = \text{toN TBS/jam} \\ &= \frac{5000 \text{ ha} \times 20 \text{ ton/ha}}{550 \text{ jam/bulan}} \times 12,5\% \\ &= 22,72 \text{ ton TBS/jam} \end{aligned}$$

Kapasitas olah efektif tersebut seharusnya dipenuhi dengan membangun PKS dengan kapasitas olah 22,72 ton TBS/jam, akan tetapi perlu dilakukan jam pengoperasian pabrik yang lama dan manajemen pengawasan dan pemeliharaan pabrik yang lebih baik. Dengan demikian jam olah akan berubah menjadi :

$$20 \text{ ton TBS/jam} = \frac{5000 \text{ ha} \times 20 \text{ ton/ha}}{\text{jam}} \times 12,5\% \text{ bulan}$$

$$\text{Jam olah} = \frac{J}{624} \text{ jam}$$

Telah ditetapkan bahwa jam olah maksimumnya 600 jam, maka masih terdapat kelebihan bahan baku 480 ton TBS/bulan, ini dapat diatasi dengan menumpang olah ke PKS lain.

Yang menjadi masalah dan kenyataan berkembang bahwa kapasitas olah terpasang jarang tercapai walaupun saat serah terima pabrik dari pihak kontraktor ke pihak pemilik pabrik. Oleh sebab itu dalam perencanaan perlu diperhitungkan kapasitas terpasang, maka dibuatlah rumus perencanaan PKS sebagai berikut:

$$\text{Kapasitas olah terpasang} = \text{Kapasitas efektif} \times 100/85$$

Dengan demikian kapasitas olah pabrik yang akan dibangun tersebut dengan kapasitas terpasang:

$$\text{Kapasitas terpasang} = 22,72 \text{ ton TBS/jam} \times 100/85$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas olah} &= \frac{L \times P}{J} \times 100/0,85 \\ &= 26,72 \text{ ton TBS/jam} \end{aligned}$$

## 5.2. Letak Pabrik Kelapa Sawit

Pembangunan pabrik dianggap berhasil jika fasilitas seperti sumber air cukup tersedia, lokasi pabrik mudah dijangkau, tersedia tempat pembuangan air limbah, terhindar dari gangguan alam seperti banjir dan longsor.

**Lokasi.** Pabrik hendaknya dekat dengan prasarana pemukiman, jalan penghubung, pasar dll. serta terhindar dari kemungkinan membangun jembatan besar. Selain itu lokasi pabrik berada di lokasi areal perkebunan namun dekat dengan sarana angkutan besar seperti kereta api, jalan umum, sungai dll.

**Sumber air.** Air merupakan bahan yang sangat penting dalam pengoperasian pabrik yaitu sebagai air umpan boiler untuk pembangkit tenaga dan untuk air pengolahan. Air tersebut masih mendapat perlakuan sesuai dengan tingkat mutu air sumber. Oleh

sebab itu dalam perencanaannya perlu dipertimbangkan mutu air dan jaraknya dari lokasi pabrik.

**Keadaan tanah lokasi.** Lokasi pabrik dipilih pada tanah yang mempunyai sifat mekanik fisika tanah yang sesuai untuk tempat berdirinya pabrik. Biasanya dipilih tempat yang tinggi dengan tujuan agar terhindar dari banjir dan pengaturan drainase yang lebih mudah. Pada lokasi tersebut harus dimungkinkan pembangunan perumahan karyawan pabrik dan fasilitas lainnya.

Daya dukung tanah minimal 1 kg/cm dan areal yang diperlukan untuk pabrik berkapasitas 30 ton TBS/jam adalah seluas 250 m x 250 m selain kolam limbah dan pemukiman.

Faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam menetapkan lokasi pabrik adalah letak pabrik, daya dukung tanah, sumber air dan topografi. Letak pabrik sebaiknya di tengah areal tanaman dengan prasarana yang sudah ada seperti pemukiman, jalan penghubung, pasar dan terhindar dari pembangunan jembatan besar. Daya dukung tanah yang diperlukan untuk PKS minimal 1 kg/cm. Kebutuhan air untuk pengolahan di PKS dan sarana penunjangnya adalah sekitar 1.5 m<sup>3</sup>/ton TBS diolah dengan kualitas untuk umpan ketel uap seperti pada Tabel 1.2. Topografi lokasi pabrik sebaiknya sedikit berbukit untuk lokasi loading ramp dan menghindari banjir.

Tabel 1.2. Kualitas air untuk umpan ketel uap

Parameter	Syarat
Ph	8,5-9,2
Silika	10 ppm
Besi	Non
Zat organik	Non
Oksigen	0,10 ppm
Alkalinitet	-
Phospat	-
Alkalinitet Kaustik	-

Sumber: Lubis (1992)



Areal yang diperlukan untuk PKS 45 ton TBS/jam adalah 4.5 ha. Selain itu, diperlukan areal pengolahan limbah cair yang kapasitasnya disesuaikan dengan kapasitas PKS. Produksi limbah cair adalah  $0.7 \text{ m}^3$  untuk setiap TBS diolah dengan masa retensi sekitar 120 hari sehingga perhitungan kapasitas kolam pengolahan limbah cair adalah sebagai berikut

$$\text{Kapasitas kolam} = \text{Kapasitas PKS} \times 25 \times 20 \times 120 \times 0.7 \text{ m}^3$$

Untuk PKS kapasitas 45 ton TBS/jam diperlukan kolam dengan kapasitas sekitar 189 ribu  $\text{m}^3$ . Selain dekat sumber air, PKS perlu dekat dengan sungai atau rendahan untuk mengalirkan limbah cair yang telah diolah dan PKS haruslah berada lebih ke hulu dari pemukiman penduduk.

### **5.3. Rancangan Instalasi Pabrik Kelapa Sawit**

**Keseimbangan kapasitas antar alat.** Telah diutarakan diatas bahwa olah kapasitas olah berdasarkan atas kemampuan screw press, sedangkan kapasitas olah alat lainnya dianggap bukan faktor pembatas. Walaupun demikian kapasitas setiap unit alat harus setara dan seimbang dengan kapasitas alat yang berada di hulu atau di hilir pada alur proses. Faktor keseimbangan ini perlu diperhatikan karena erat hubungannya dengan pemakaian tenaga (kebutuhan listrik) dan investasi. Hal ini sering terlihat pada pabrik yang berkapasitas 20 ton ditemukan alat yang berkapasitas 30 ton sehingga terjadi pemborosan energi.

Alat dan instrumen yang dipasang di pabrik hendaknya tetap di pasang berdasarkan rekomendasi utama pabrik tanpa mengalami modifikasi walaupun dalam buku pedoman dicantumkan beberapa alternatif, karena alternatif tersebut merupakan prioritas ke dua.

**Keseimbangan sumber tenaga dan kebutuhan pabrik.** Sumber tenaga dalam pabrik kelapa sawit berasal dari boiler yang menggunakan serat dan cangkang sebagai bahan bakar. Kebutuhan uap untuk processing tergantung dari mutu TBS dan system pengolahan.

Kemampuan boiler menghasilkan uap tergantung pada:

- Jenis boiler yang dipasang
- Jumlah dan mutu bahan baku
- Kualitas air umpan boiler

Tabel 1.3. Contoh jadwal pembangunan PKS

No	Kegiatan	Bulan ke																																													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37									
1	Persiapan	#	#																																												
2	Penyusunan studi			#	#	#																																									
3	Pengadaan dana						#	#																																							
4	Penyusunan dokumen tender dan daya dukung tanah								#	#																																					
5	Evaluasi penawaran dan penandatanganan kontrak										#	#																																			
6	Pengadaan alat dan mesin impor & lokal														#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#		
7	Pembangunan PKS																																														
1	SI Penerimaan buah														#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#		
2	SI Rebusan																					#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#		
3	SI Penebah																				#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#		
4	SI Kempa																				#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#		
5	SI Pemurnan minyak																				#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#		
6	Tanki limbun minyak																				#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#		
7	Pengupas biji dan inti (depercarper)																				#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#		
8	SI Pengutpan inti																				#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#		
9	Unit Pembangkit uap																				#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#		
10	Unit Pembangkit listrik																				#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#		
11	Unit Pengadaan dan penjemihan air														#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#		
12	Unit pemurnan air untuk ketel																				#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#		
13	Pekerjaan pemipaan																					#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#		
14	Pemadam kebakaran																																														
15	Instalasi listrik																					#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
17	Peralatan laboratorium																																														
18	Peralatan Perbengkelan																																														
20	Pengendalian air limbah														#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#		
21	Konstruksi bangunan sipil														#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
22	Commissioning & Training																																														
23	Housing														#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	

## 5.4. Organisasi Pabrik

Pengolahan pabrik merupakan penentuan keberhasilan mengoperasikan pabrik. Keberhasilan pengoperasian pabrik dapat diketahui dari:

- a. Efisiensi ekstraksi minyak dan inti
- b. Kapasitas olah efektif minimal 85% dari kapasitas olah terpasang
- c. Biaya olah rendah
- d. Mutu produk yang sesuai dengan standar
- e. Ketenangan kerja di PKS
- f. Umur teknik alat dan instalasi lebih panjang dari yang ditetapkan sebelumnya

Berdasarkan uraian diatas maka perlu disusun organisasi yang mengacu pada tujuan perusahaan yaitu pengoperasian pabrik yang efektif, efisien dan ekonomis dengan struktur organisasi.

**Struktur organisasi PKS.** Struktur organisasi PKS merupakan penentuan keberhasilan manajemen pabrik. Kepala pabrik merupakan manajemen puncak dipabrik. Pendelegasian wewenang pada kepala pabrik untuk melaksanakan manajemen pabrik yang langsung bertanggung jawab kepada direksi akan memberikan keuntungan jika dibandingkan dengan kepala pabrik yang bertanggung jawab pada manajer kebun yaitu:

- a. Bertanggung jawab penuh pada manajemen pabrik sehingga segala sesuatu tindakannya adalah untuk kepentingan pabrik berbeda halnya jika manajemen pabrik di pegang oleh manajer kebun, selalu mempertimbangkan kepentingan kebun bukan hanya pabrik.
- b. Pengawasan bahan baku yang lebih seksama karena pengadaan bahan baku adalah tugas dari kebun dan antara kebun dengan pabrik selalu ada transaksi pengadaan TBS. Jika kualitas TBS tidak sesuai dengan bahan baku pabrik dapat menolaknya, jika kebun dan pabrik dalam satu manajemen oleh manajer kebun hal

tersebut tidak terjadi. Artinya jika manajer PKS langsung bertanggung jawab pada direksi maka pelaksanaan manajemen mutu dan pengoperasian pabrik akan berlangsung lebih baik.

**Sumber daya manusia.** Agar pelaksanaan manajemen lebih baik pada pabrik maka penempatan pengelola hendaknya memenuhi kriteria dari setiap tugas yang diembannya. Manajer PKS adalah orang yang berpendidikan "Chemical Engineering" atau Mechanical Engineering", yang bertujuan agar pemecahan masalah teknik dan pengolahan kepala bengkel dan kepala tata usaha hendaknya orang yang mampu melaksanakan tugasnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badmus, G.A. 1991. NIFOR automated small scale oil palm fruit processing equipment-Its need, development and cost effectiveness. Proc. 1991 PORIM. Int'l palm Oil Conference, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Naibaho, P.M. 1998. Teknologi pengolahan kelapa sawit. Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan.
- PORIM. 1985. Palm Oil Factory Process Handbook. Part 1. General description of the palm oil milling process. PORIM 199pp.
- PT Perkebunan 13. 1998. Pedoman Dasar dan Instruksi Kerja.
- Standar Nasional Indonesia. 1992. Minyak kelapa sawit. SNI 01-2901-1992. ↓

# **BAB 2. PRODUK PANGAN BERBASIS MINYAK SAWIT**

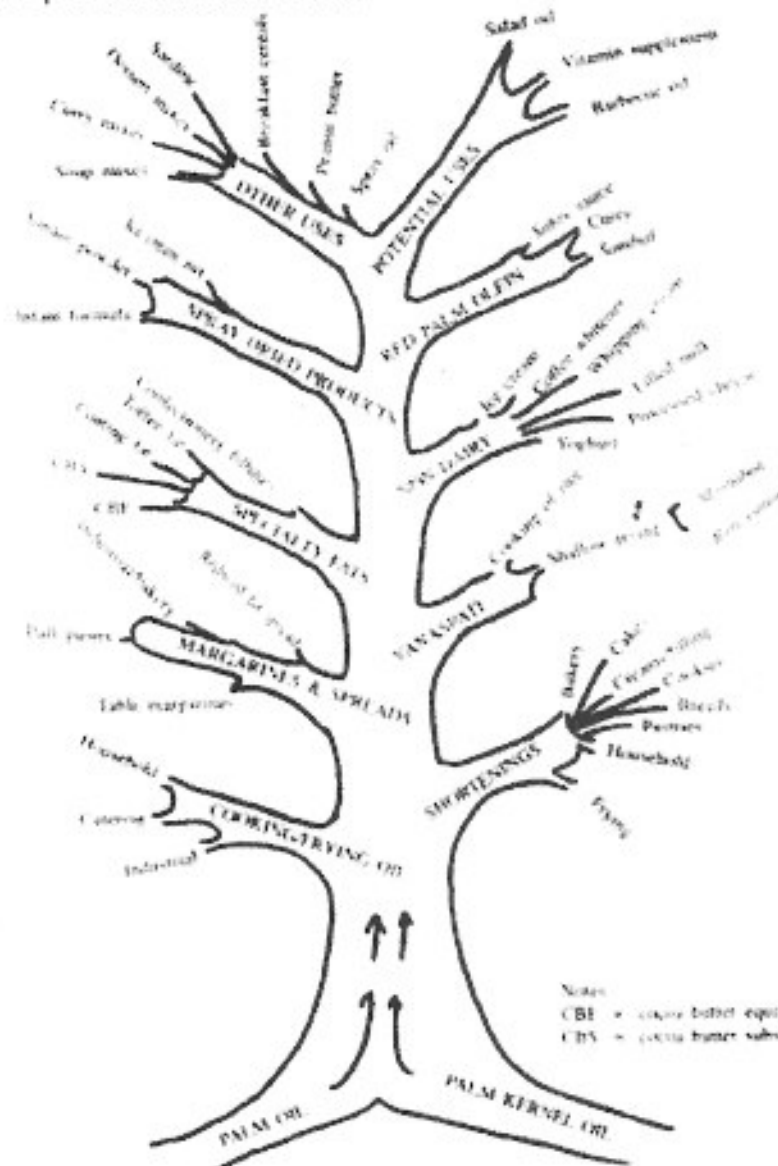
## **1. PENDAHULUAN**

Komoditas kelapa sawit merupakan salah satu komoditas perkebunan yang peranannya sangat penting dalam penerimaan devisa negara, penyerapan tenaga kerja serta pengembangan perekonomian rakyat dan daerah. Perkebunan kelapa sawit Indonesia berkembang dengan pesat sejak awal tahun 80 an dan sampai akhir tahun 2000 luas total perkebunan kelapa sawit di Indonesia telah mencapai 3,2 juta ha dengan produksi CPO (crude palm oil) sebesar 6,5 juta ton. Perkembangan perkebunan sawit ini masih terus berlanjut dan diperkirakan pada tahun 2012 Indonesia akan menjadi produsen CPO terbesar di dunia dengan total produksi sebesar 15 juta ton/tahun. Sampai saat ini minyak sawit Indonesia sebagian besar masih diekspor dalam bentuk CPO, sedangkan didalam negeri, sekitar 80% minyak sawit diolah menjadi produk pangan terutama minyak goreng.

Kelapa sawit dan produk turunannya juga memiliki nilai kompetitif yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan sumber minyak nabati lainnya. Kelapa sawit memiliki produktivitas yang lebih tinggi dengan menghasilkan minyak sekitar 7 ton/ha, dibandingkan dengan kedelai yang menghasilkan minyak sebesar 3 ton/ha. Di samping itu kelapa sawit juga memiliki biaya produksi yang lebih rendah dan ramah lingkungan.

Beberapa cara untuk meningkatkan daya saing minyak sawit terhadap minyak nabati lainnya yaitu melalui efisiensi proses pengolahan produk sawit, penganekaragaman produk-produk berbahan baku minyak sawit, dan pemanfaatan limbah serta pengolahannya yang ramah lingkungan (Gambar 2.1). Sampai saat ini, Indonesia masih mengekspor minyak sawit terutama dalam bentuk minyak sawit mentah. Di lain pihak, ketersediaan minyak sawit mentah (MSM) cukup melimpah, produksinya terus meningkat dan harganya relatif lebih murah dibandingkan dengan produk turunannya. Oleh karena itu, untuk memberikan nilai tambah kepada minyak sawit tersebut perlu ditingkatkan penggunaannya sebagai bahan baku produk olahan

untuk keperluan pangan maupun nonpangan/oleokimia yang mempunyai nilai ekonomi lebih tinggi dan dapat diekspor ke luar negeri. Disamping itu, minyak sawit mengandung komponen minor seperti tokoferol dan tokotrienol (Vitamin E) serta beta-karoten yang sangat diperlukan untuk kesehatan. Vitamin E sangat penting bagi kesehatan karena dapat berfungsi sebagai antioksidan dan dapat mengurangi proses penuaan, sementara karoten dapat melindungi tubuh karena merupakan zat anti kanker. Penganekaragaman produk olahan dari minyak kelapa sawit merupakan sebuah langkah strategi untuk memacu laju konsumsi sawit domestik dan laju ekspor produk sawit ke pasaran internasional.



Gambar 2.1. Penggunaan Minyak Sawit Menjadi Produk Pangan



Untuk lebih meningkatkan peran kelapa sawit, berbagai usaha perlu dilakukan dalam memecahkan berbagai masalah terutama dalam pendayagunaan minyak kelapa sawit sebagai bahan baku produk pangan. Pada makalah ini akan diuraikan secara singkat pengolahan minyak sawit menjadi produk pangan serta prospek pengembangan produk olahan minyak sawit.

Minyak sawit dapat diolah menjadi berbagai produk pangan. Produk-produk yang mungkin dapat dibuat dengan bahan baku minyak sawit dapat dilihat pada Gambar 2.1 di atas. Industri minyak goreng adalah industri yang paling banyak menyerap bahan baku minyak sawit, sedangkan industri margarin dan shortening relatif masih sedikit.

## **2. MINYAK GORENG**

Menurut Surat Keputusan Direktur Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan, yang dimaksud dengan minyak goreng nabati adalah minyak goreng yang diperoleh dengan cara memurnikan minyak nabati (vegetable oil). Tujuan pemurnian untuk menghilangkan bahan-bahan logam, bau, asam lemak bebas dan zat-zat lain yang tidak diperlukan (ICBS, 1998). Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 01-0018-1998), minyak goreng sawit atau RBD palm olein ialah minyak fraksi cair berwarna kuning kemerahan yang diperoleh dengan cara fraksinasi RBD palm oil atau crude palm oil dan telah mengalami proses pemurnian.

### **2.1. Minyak Sawit Sebagai Bahan Baku**

Lebih dari 70% minyak goreng yang ada di Indonesia terbuat dari minyak sawit. Kelebihan minyak sawit sebagai bahan baku minyak goreng adalah kandungan asam oleat yang relatif tinggi yaitu sekitar 40%. Asam oleat adalah asam lemak yang mengandung satu ikatan rangkap, sehingga selama proses penggorengan relatif lebih stabil dibandingkan dengan minyak yang mengandung asam lemak dengan ikatan rangkap lebih dari satu seperti minyak kedele.

Namun dari segi performa (penampilan), minyak sawit lebih cepat membentuk cloud (awan/keruh) dibandingkan minyak kedele karena kandungan asam lemak jenuh minyak sawit relatif tinggi yaitu sekitar 50%.

## 2.2. Proses Pembuatan

Umumnya minyak sawit mentah tidak pernah dikonsumsi secara langsung. Pengolahan minyak sawit yang umum dilakukan adalah fraksinasi. Proses fraksinasi minyak sawit dimulai sekitar tahun 1970. Tiga jenis fraksinasi yang telah dikembangkan secara komersial yaitu *dry fractionation/winterisation*, *wet fractionation/detergent process* dan fraksinasi menggunakan pelarut (Applewhite, 1985 dan Affandi, 1994).

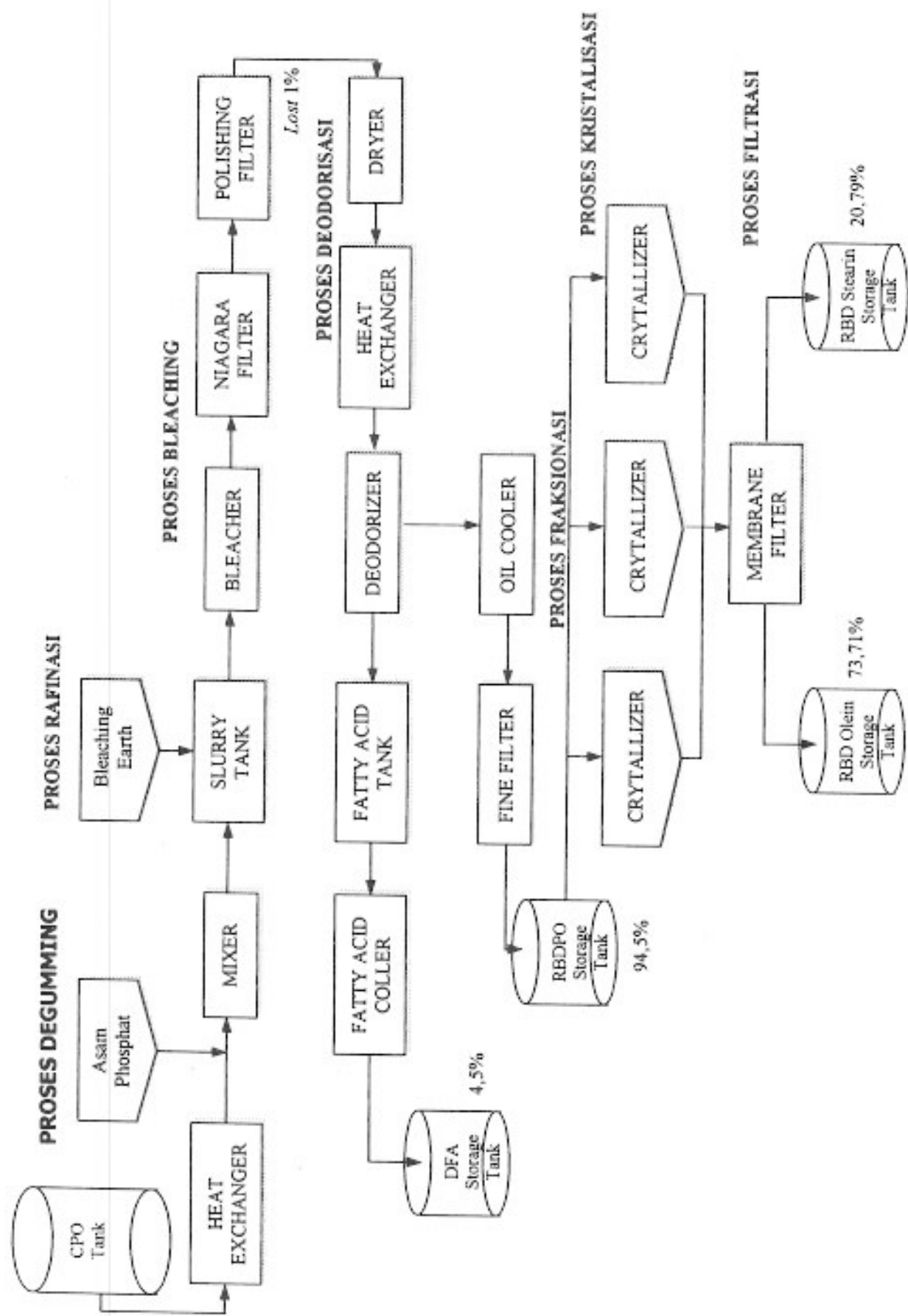
*Dry fractionation* adalah proses pembuatan minyak goreng yang paling sederhana diantara ketiga proses tersebut di atas. Ada dua tahapan proses fraksinasi yaitu rafinasi dan fraksinasi. Tujuan rafinasi untuk menghilangkan senyawa-senyawa non-gliserida seperti fosfatida dan kontaminan lainnya serta deodorisasi ditujukan untuk menghilangkan atau mengurangi asam lemak bebas yang menyebabkan bau yang tidak diinginkan (Cowan, 1976; Lawson, 1995). Hartley (1977) dan O'Brien (1998) menyatakan bahwa produk yang telah dirafinasi dapat disimpan lebih lama dibandingkan dengan minyak sawit mentah. Pada dasarnya tujuan fraksinasi yang terdiri dari kristalisasi dan filtrasi adalah memisahkan fraksi padat dan fraksi cair minyak sawit (Krishnamurthy dan Kellens, 1996). Fraksi cair yaitu olein digunakan sebagai minyak goreng dan fraksi padat yaitu stearin digunakan sebagai bahan baku margarin atau shortening. Produk fraksi cair hasil satu kali fraksinasi dikenal dengan minyak goreng curah. Lebih lanjut, proses berkembang dengan melakukan dua kali fraksinasi yang bertujuan untuk memperoleh fraksi cair dengan bilangan iod yang tinggi. Fraksinasi kedua dilakukan terhadap fraksi cair hasil fraksinasi pertama, dan produk fraksi cair dari proses ini dikenal dengan nama superolein, sedangkan fraksi padatnya dikenal dengan nama *palm mid-fractions* (PMF).

### 2.3. Pabrik Minyak Goreng Sawit

Unit pabrik minyak goreng sawit terdiri dari unit refinery yang meliputi tangki bleaching dan deodorisasi (*deodorizer*) dan unit fraksinasi meliputi kristalisasi (*crystalliser*) dan filter press. Gambar 2.2. menunjukkan diagram alir proses pengolahan minyak sawit menjadi minyak goreng. Melalui proses *dry fractionation*, minyak sawit mentah (*crude palm oil*, CPO) dirafinasi dahulu dan dihasilkan *refined bleached deodorized (RBD) palm oil*, selanjutnya difraksinasi untuk memperoleh olein dan stearin. Pada proses *wet fractionation*, minyak sawit mentah difraksinasi terlebih dahulu menghasilkan *crude olein* dan *crude stearin* dan selanjutnya dilakukan rafinasi terhadap *crude olein* untuk menghasilkan RBD palm olein.

Proses fraksinasi dilakukan dengan cara menurunkan suhu minyak sawit dari 80 menjadi 37C (pendinginan tahap I), selanjutnya pada tahap II suhu diturunkan hingga 29C. Pada proses *wet fractionation*, untuk membantu proses pemisahan, ditambahkan detergent dan suhu diturunkan menjadi 26C. Pencampuran terjadi pada tangki *crystallizer* dan selanjutnya dialirkan ke *knife mixer*. Kedalam *knife mixer* ditambahkan kembali detergent dan pengadukan dilanjutkan pada alat *paddle mixer* agar campuran lebih sempurna. Campuran selanjutnya dialirkan ke separator untuk memisahkan fraksi olein dan stearin. Fraksi stearin yang masih bercampur dengan deterjen selanjutnya dipisahkan menggunakan separator lainnya dan dicuci dengan air panas pada suhu 80-90C dan dikeringkan dengan *vacuum dryer*.

Selama proses fraksinasi dihasilkan asam lemak distilat (*palm fatty acid distillate*, PFAD) sebagai hasil samping sekitar 2,5-3,5% tergantung pada kandungan asam lemak bebas bahan baku CPO yang diproses. Asam lemak distilat umumnya digunakan sebagai bahan baku sabun kualitas rendah. Dari RBD palm oil yang diperoleh akan dihasilkan sekitar 65-85% fraksi cair (RBD palm olein) dan 15-35% fraksi padat (RBD palm stearin). Pada proses *double fractionation* akan diperoleh superolein sebagai fraksi cair dan PMF sebagai fraksi padatnya. RBD palm olein mempunyai bilangan iod sekitar 56, sedangkan bilangan iod superolein dapat lebih dari 60. Nilai bilangan iod tersebut akan berpengaruh pada penampilan minyak, semakin tinggi bilangan iod minyak, semakin jernih penampilan minyak tersebut.



Gambar 2.2. Diagram alir proses rafinasi dan fraksionasi industri pengolahan minyak sawit

Syarat mutu RBD Palm Olein ditetapkan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 01-0018-1998) seperti tercantum pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Spesifikasi Persyaratan Mutu RBD Palm Olein

No.	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1	Warna	-	Merah maks. 3 Kuning maks. 30
	Bau dan rasa	-	Normal
2	Titik leleh	C	Maks. 24
3	Air dan kotoran, b/b	%	Maks. 0.1
4	Asam lemak bebas (sbg palmitat), b/b	%	Maks. 0.15
5	Bilangan Iod	g iod/100g	Min. 56
6	Komposisi asam lemak (GC), b/b: <ul style="list-style-type: none"> <li>• C12-0</li> <li>• C14-0</li> <li>• C16-0</li> <li>• C16-1</li> <li>• C18-0</li> <li>• C18-1</li> <li>• C18-2</li> <li>• C18-3</li> <li>• C20-0</li> </ul>	%	< 0,5 0,9-1,4 28,0-42,9 <0,3 3,7-4,8 39,8-52,0 10,0-18,0 0,1-0,6 <0,6
7	Antioksidan		SNI01-0222-1995
8	Cemaran logam: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Besi (Fe)</li> <li>• Tembaga (Cu)</li> <li>• Timbal (Pb)</li> </ul>	mg/kg	Maks. 1,5 Maks. 0,1 Maks. 0,1
9	Cemaran Arsen	mg/kg	Maks. 0,1



### 3. MARGARIN DAN SHORTENING

Margarin didefinisikan sebagai emulsi plastik (*plastic emulsion*), diperkaya dengan vitamin A, mengandung lemak tidak lebih dari 80% dan kandungan air tidak lebih dari 16% (Codex Alimentarius, 1992). Margarin ditemukan oleh seorang ahli kimia dari Perancis pada tahun 1869 sebagai pengganti *butter* (Andersen dan Williams, 1965). Beberapa tipe margarin yang ada di pasaran antara lain margarin meja (*table margarines*), margarin industri (*industrial/bakery margarines*) dan *puff pastry margarines*. Margarin meja terdiri dari *soft* atau *tub margarines* dan *stick* atau *packet margarines*. Tub margarines berbentuk lembut dan tetap dapat dioles pada suhu 5-10C, sedangkan *packet margarines* dapat dioles pada 20-25C (suhu tropis). Margarin industri sedikit lebih keras dibandingkan dengan margarin meja. *Puff pastry margarines* sangat berbeda dengan margarin meja maupun margarin industri. Fungsi *puff pastry margarin* sebagai pelindung antara lapisan-lapisan adonan ketika dirol dan melindungi pembentukan struktur tiga dimensi antara gluten protein pada setiap lapisan adonan tipis selama prose pemanggangan (*baking*).

*Shortening* atau mentega putih banyak digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan produk pangan berbasis tepung terigu yang dipanggang, seperti roti, *cake*, biskuit, biskuit soda (*cracker*), *cookies*, dan *pastry*. Penggunaan *shortening* pada produk pangan di atas bertujuan untuk memperbesar volume dan memperbaiki tekstur, meningkatkan cita rasa, dan sebagai bahan pembentuk krim. Peranan *shortening* dalam produk pangan tersebut sesuai dengan terminologinya, yakni memendekkan matriks adonan dengan mencegah kohesi gluten tepung terigu selama proses pengadukan adonan dan pemanggangan (Klimes, 1990). Bersama dengan komponen bahan roti atau kue lainnya, *shortening* dalam adonan akan membentuk sejenis film dan menyerap gelembung udara yang mengandung uap air yang terbentuk selama pemanggangan dan CO<sub>2</sub> yang terbentuk bila adonan menggunakan soda kue. Adonan yang mengandung gelembung udara dalam jumlah yang lebih banyak akan menghasilkan roti atau kue yang lebih besar dibandingkan dengan adonan yang mengandung gelembung udara dalam jumlah yang lebih sedikit (O'Brien, 1998).



*Shortening* biasanya dibuat dengan proses pencampuran dua jenis atau lebih lemak/minyak hewani atau nabati, baik minyak yang telah mengalami proses hidrogenasi ataupun tidak. Adapun jenis *shortening* yang dikenal diantaranya adalah (Anonimus, 2000) :

1. *Shortening* campuran (*compound shortening*) merupakan campuran lemak padat yang biasanya berasal dari hewani dengan lemak lunak atau minyak nabati yang telah dihidrogenasi.
2. *Shortening* padat (*solid* atau *hydrogenated shortening*) merupakan campuran dua atau lebih lemak padat dengan bilangan iod dan viskositas yang berbeda. Jenis *shortening* ini yang paling banyak terdapat di pasaran saat ini dan terdapat dalam berbagai klasifikasi dengan sifat plastis yang berbeda.
3. *Shortening* cair berbentuk cair dan dapat dituangkan serta berwarna *opaque* (*Pumpable shortening*) atau jernih (*fluid shortening*).

*Shortening* yang paling banyak digunakan adalah *shortening* padat, yang berbentuk agak keras namun bertekstur lembut. *Shortening* padat tidak cepat mencair selama proses pemanggangan, dengan perkataan lain memiliki kisaran titik cair yang agak luas. Formulasi kue atau roti dengan *shortening* padat yang memiliki kisaran titik cair yang sempit akan menghasilkan adonan yang berbentuk padat pada suhu rendah atau terlalu cair pada suhu tinggi.

### **3.1. Minyak Sawit Sebagai Bahan Baku**

Penggunaan lemak hewani seperti lemak hasil samping industri pengolahan daging misalnya, masih dimanfaatkan untuk menghasilkan *shortening* hewani (dikenal sebagai *lard*) (Swern, 1978) dan *butter*. *Shortening*, disebut juga mentega putih, digunakan terutama pada pembuatan produk pangan berbasis tepung seperti *cake* dan kue serta untuk keperluan menggoreng. Karena keterbatasan pasokan *shortening* hewani, teknologi pembuatan *shortening* berkembang dengan cara mensubstitusi lemak hewani dengan minyak nabati. Penemuan teknologi hidrogenasi pada tahun 1910 memacu perkembangan industri *shortening* alternatif. Saat ini di pasaran tersedia beragam *shortening* di antaranya *compound shortening*

(pencampuran antara lemak hewani dan minyak nabati) dan *hydrogenated shortening* (pencampuran antara beberapa minyak nabati terhidrogenasi).

Penggunaan lemak hewani sebagai bahan baku *shortening* mulai dihindari akhir-akhir ini karena keterbatasan pasokan, kandungan kolesterol, dan restriksi agama dan kepercayaan tertentu. Perkembangan teknologi mengarah pada penggunaan minyak-minyak nabati nontropis terhidrogenasi sebagai bahan baku pembuatan margarin maupun *shortening*. Penggunaan minyak nabati non-tropis terhidrogenasi seperti minyak kedele, biji kapas, biji *rape* dan biji bunga matahari kurang direkomendasi oleh banyak ahli nutrisi karena tingginya lemak trans dalam produk yang dihasilkan. Lemak trans telah terbukti secara ilmiah menjadi penyebab penyakit tertentu utamanya penyakit kardiovaskuler.

Secara teknik, minyak sawit dan fraksi-fraksinya memiliki potensi besar untuk diolah tanpa melalui proses hidrogenasi menjadi *shortening* karena mengandung triasilgliserol yang plastisitasnya dapat diatur sesuai kebutuhan. Disamping itu, ketersediaan minyak sawit dan fraksi-fraksinya sangat besar dengan harga relatif murah. Bahkan, minyak sawit mengandung komponen minor seperti tokoferol dan tokotrienol (Vitamin E) serta beta-karoten (pro-vitamin A) yang sangat diperlukan untuk kesehatan.

*Shortening* merupakan salah satu produk pangan yang unik, karena tingkat pertukaran bahan bakunya yang sangat tinggi dalam formulasi. Dengan demikian terdapat banyak sekali bentuk formula dalam pembuatan *shortening*, yang berkaitan dengan jenis dan komposisi minyak serta lemak yang digunakan sebagai bahan baku. Jenis minyak dan lemak yang banyak digunakan pada pembuatan *shortening* adalah minyak kedele, jagung, kelapa, biji kapas, kacang tanah, kelapa sawit, lemak sapi dan babi.

Diantara sumber minyak dan lemak yang tersedia di Indonesia, lebih dari 70% merupakan pangsa dari minyak sawit dan lebih dari 75% nya dikonsumsi dalam bentuk oleopangan, terutama minyak goreng dan margarin (Saragih, 1998). Minyak sawit juga digunakan sebagai bahan baku pembuatan *shortening*, namun masih dalam jumlah yang terbatas karena sebagian besar *shortening* di Indonesia masih merupakan produk impor.

Minyak sawit mengandung asam lemak jenuh yang tinggi (> 50%) dan asam lemak tidak jenuh ganda yang relatif sedikit (< 10%). Jenis minyak lain dari tanaman kelapa sawit adalah minyak inti sawit yang mengandung asam laurat (C12:0) yang tinggi. Komposisi asam lemak dari minyak sawit dan fraksinya serta minyak inti sawit dapat dilihat pada Tabel 2.2., sedangkan komposisi triasilgliserol pada minyak sawit disajikan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.2. Komposisi asam lemak (%) pada minyak sawit, olein, stearin, dan minyak inti sawit

Jenis Asam lemak	Minyak sawit	Olein	Stearin	Minyak inti sawit
Ka	-	-	-	3,00
La	-	-	-	47,20
M	1,18	1,02	1,18	16,37
P	56,84	41,84	56,84	8,57
S	3,61	3,31	3,61	2,89
O	30,36	42,08	30,36	17,98
L	7,99	11,75	7,99	2,92

Keterangan : Ka = kaprat, La = laurat, M = miristat, P = palmitat, S = stearat, O = oleat, L = linoleat  
 Sumber : PPKS, 1999 (Data tidak dipublikasi)

Tabel 2.3. Komposisi Triasilgliserol pada minyak sawit (%)

Jumlah ikatan rangkap	Jenis triasilgliserol	Kandungan (%)	Total (%)
Jenuh	PPP	6,1	8,5
	PPS	0,9	
	Lain	1,5	
1 buah	POP	25,8	37,7
	POS	3,1	
	PPO	6,0	
	Lain	2,7	
2 buah	POO	18,9	35,0
	SOO	2,6	
	PLP	6,8	
	PLS	1,9	
	Lain	4,8	
3 buah	OOO	3,2	11,7
	POL	2,6	
	PLO	4,3	
	Lain	1,6	
4 buah	-	6,9	6,9

Keterangan : P, O, S, L = merujuk pada keterangan Tabel 2.2  
 Sumber : Berger, 1989.

Minyak sawit juga mengandung komponen-komponen minor yang konsentrasinya dapat mencapai 2%, diantaranya karoten (pro vitamin A) dan vitamin E (tokoferol dan tokotrienol). Minyak sawit mengandung 500-700 ppm karoten, di mana komponen utamanya adalah  $\alpha$ - dan  $\beta$ -karoten ( $\pm$  90%), serta 600-1000 ppm vitamin E. Dengan konsentrasi karoten dan vitamin E yang tinggi, maka minyak sawit memiliki nilai nutrisi yang baik. Disamping itu, karoten dan vitamin E juga memiliki sifat antioksidan yang dapat meningkatkan stabilitas oksidatif minyak (Law dan Thiagarajan, 1990; Choo, 1997).

### **3.2. Proses Pembuatan**

Hidrogenasi merupakan proses yang biasa dilakukan pada minyak nabati yang digunakan sebagai bahan baku margarin maupun *shortening*. Proses hidrogenasi ini dilakukan untuk membuat minyak yang semula berbentuk cair menjadi berbentuk plastis (semi padat), yakni melalui adisi hidrogen pada ikatan rangkap yang terdapat pada asam lemak. Dengan demikian titik cair dan *solid fat content* (SFC) dari minyak akan berubah dan disesuaikan dengan kebutuhan performa margarin atau *shortening* yang diinginkan. Selain hidrogenasi, proses interesterifikasi antara dua atau lebih jenis minyak juga banyak dilakukan untuk mengubah bentuk trigliserida minyak. Perubahan posisi dan komposisi asam lemak pada molekul gliserida akan mengubah sifat fisikokimia minyak, yang meliputi titik leleh, SFC, bentuk kristal atau polimorfismus, serta plastisitas dan kekerasan (Klimes, 1990).

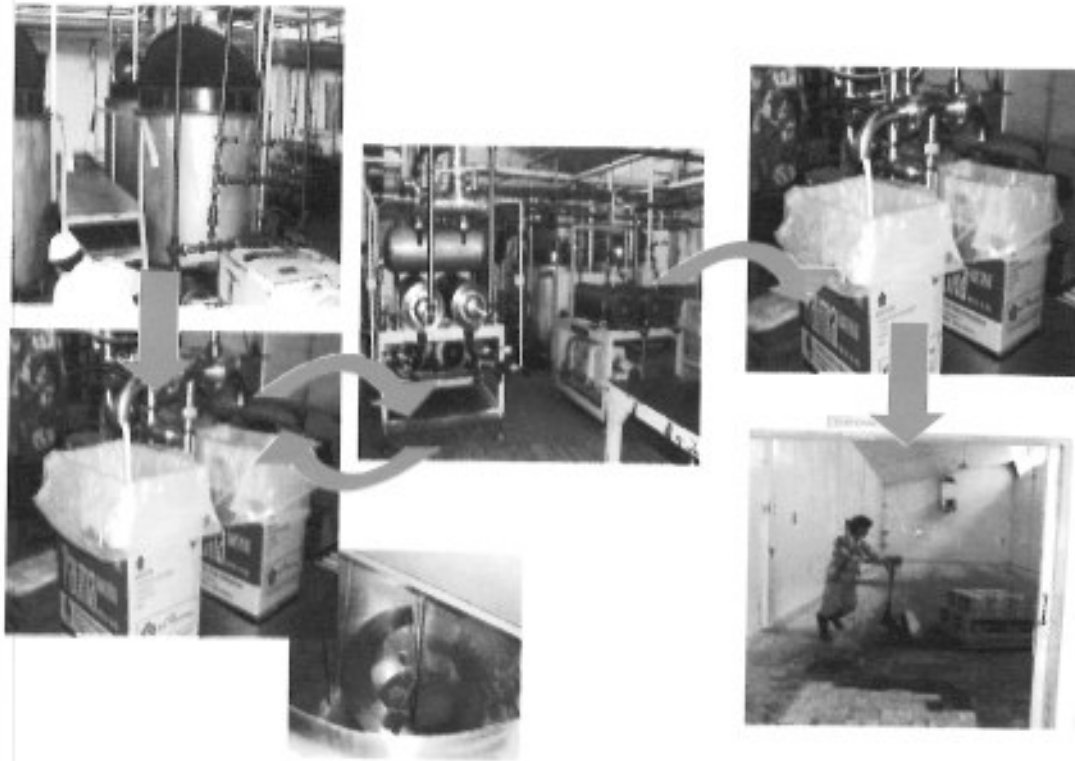
Perbedaan proses pembuatan margarin dan *shortening* terletak pada formulasinya. Formula untuk pembuatan margarin menggunakan air, sedangkan dalam formula pembuatan *shortening* tidak menggunakan air. Namun, di dalam proses pembuatannya menggunakan unit alat yang sama. Kondisi proses dapat berbeda untuk pembuatan margarin atau *shortening* tergantung pada kualitas produk yang diinginkan. Salah satu contoh kondisi pembuatan *shortening* dengan kualitas produk yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 2.4. di bawah ini.

Tabel 2.4. Kondisi Pembuatan Shortening Pada Skala Pabrik

Pukul	Formula -1		Formula-2	
	10.45	11.45	11.50	12.20
Temp. (°C)Tangki <i>Blending</i>	55	42	42	48
Kecepatan Pompa	3	2	1	3.5
<i>Worker Unit</i>	1	1	1	1
Temp. Set Votator I	-10	-15	-16	-12
Valve Votator II	-10	-15	-16	-12
Temp. In Votator I	55	42	42	48
In Votator II	48	28	16	18
Out Votator III	44	16	12	14
Press/Kg Worker Unit	10	10	10	10
Temp. Air P.I	28	20	20	20
Air P. III	28	20	20	20

### 3.3. Pabrik Pembuatan Margarin Dan Shortening

Unit pabrik margarin atau shortening terdiri dari unit tangki bahan baku, tangki blending (I dan II), unit votator (I s/d III), unit packing dan ruang penyimpanan. Salah satu contoh pabrik pembuatan margarin atau shortening dapat dilihat pada Gambar 2.3. Tangki blending I berfungsi sebagai pencampur formula bahan baku margarin atau shortening yang akan diproses. Pada tangki blending dilakukan pemanasan pada suhu dimana seluruh bahan baku sudah berbentuk cair. Campuran bahan baku dialirkan pada tangki blending II, dan selanjutnya dialirkan ke unit votator I. Unit votator dilengkapi dengan pendingin yang akan merubah campuran bahan baku tersebut menjadi kristal. Suhu dan tekanan pada votator akan berpengaruh pada pembentukan kristalnya. Proses pembentukan kristal berlangsung di unit votator. Kemudian, dari unit votator II menuju ke unit votator III dan dilanjutkan ke pengisian pada kotak/pack. Packing margarin atau shortening disimpan dalam ruang penyimpanan untuk proses tempering.



Gambar 2.3. Unit pabrik margarin atau shortening

#### 4. Prospek Pengembangan Produk Pangan Berbahan Baku Minyak Sawit

Salah satu proses yang harus dilalui untuk merubah minyak sawit menjadi produk pangan adalah fraksionasi. Seperti telah diuraikan di atas bahwa produk hasil fraksionasi CPO akan memberikan fraksi cair yang digunakan sebagai minyak goreng dan fraksi padat yang digunakan sebagai bahan baku margarin atau shortening. Ditinjau dari komposisi asam lemaknya, minyak sawit memiliki komposisi asam lemak jenuh dan tidak jenuh yang berimbang jumlahnya, sehingga berbentuk semi padat pada suhu ruang. Diversifikasi minyak sawit menjadi produk pangan merupakan salah satu strategi untuk meningkatkan nilai tambah lebih



Gambar 2.4. Minyak sawit merah



besar, mengekspansi konsumsinya dalam bentuk bahan pangan, sekaligus meningkatkan status gizi penduduk Indonesia melalui ketersediaan minyak dan lemak pangan bernilai gizi tinggi. Selain itu, keberhasilan penganekaragaman atau pengembangan produk olahan pangan di masa kini menuntut pendekatan gizi dan kesehatan seiring dengan meningkatnya kesadaran konsumen. Berikut ini contoh prospek pengembangan beberapa produk pangan yang dapat dibuat dengan bahan baku minyak sawit dan fraksi-fraksinya.

#### **4.1. Minyak Sawit Merah**

Pengolahan minyak sawit menjadi minyak goreng pada skala komersial mengeliminasi dengan sengaja provitamin A dan vitamin E yang justru merupakan salah satu keunggulan minyak kelapa sawit dibandingkan minyak nabati lainnya. Bila kandungan gizi mikro yang kaya dalam minyak sawit mentah (sekitar 500 ppm provitamin A dan 800 ppm vitamin E) dipertahankan dalam produk olahannya, minyak sawit memberikan kontribusi sangat positif terhadap status gizi dan kesehatan konsumen. Anjuran untuk mengkonsumsi sedikitnya 3 - 5.4 mg provitamin A (berbeda menurut usia) dapat dipenuhi melalui produk-produk olahan kelapa sawit dimaksud. Produk olahan yang disebut minyak makan merah ini dapat digunakan dalam bentuk kapsul, minyak sayur, minyak salad pada produk pangan tertentu misalnya mie instan, atau bahan baku dalam pembuatan margarin dan shortening serta produk minyak/lemak pangan lainnya.

Minyak makan merah adalah minyak alamiah hasil pengolahan lanjut dari CPO, tanpa pewarna dan pengawet buatan. Minyak makan merah merupakan satu-satunya minyak makan yang kaya dengan karoten (provitamin A, ~ 440 ppm), sekaligus kaya dengan vitamin E (~ 500 ppm). Keduanya terbukti secara ilmiah sangat esensial untuk kesehatan, sistem kekebalan tubuh, anti-oksidasi, penundaan penuaan, dan pencegahan kanker.

Berbeda dengan teknologi proses yang dikembangkan di Malaysia, teknologi proses minyak makan merah yang dikembangkan di PPKS relatif lebih sederhana, dan mudah dikembangkan pada skala industri kecil sekalipun.

## 4.2. Minyak Sawit Kaya Asam Lemak Omega-3

Asam lemak omega-3 (n-3), yakni EPA (*eicosapentaenoic acid*; C20:5) dan DHA (*docosahexaenoic acid*; C22:6), telah terbukti secara klinis dapat mencegah penyakit kardiovaskuler (aterosklerosis dan jantung koroner), serta memiliki sifat anti tumor dan anti inflamasi.

Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) telah mengembangkan suatu produk minyak sawit omega-3, di mana asam lemak n-3 dari minyak ikan diinkorporasikan pada molekul gliserida minyak sawit melalui proses enzimatik. Kandungan EPA dan DHA pada produk yang dihasilkan berkisar 2-8% dan 10-40%, tergantung dengan kondisi reaksi yang digunakan. Produk ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan minyak ikan, diantaranya (a) tidak berbau amis, (b) dapat digunakan sebagai sumber tunggal asam lemak n-3, pro-vitamin A ( $\beta$ -karoten) dan vitamin E sekaligus, (c) kandungan asam oleat pada minyak sawit juga bersifat menurunkan kolesterol darah, serta (d) memiliki stabilitas oksidatif yang relatif lebih tinggi karena kandungan  $\beta$ -karoten dan vitamin E pada minyak sawit dapat berperan sebagai komponen antioksidan alami.

## 4.3. Palm Frying Shortening

Minyak goreng yang digunakan pada restoran-restoran cepat saji (*fast food*) untuk proses *deep frying*, umumnya dari minyak non tropis yang telah dihidrogenasi. Pada proses hidrogenasi akan menghasilkan lemak trans yang berbahaya bagi kesehatan. Proses hidrogenasi dilakukan untuk mengurangi jumlah ikatan rangkap ganda (*polyunsaturated fatty acids*) pada minyak sehingga minyak relatif stabil terhadap panas yang tinggi. Minyak sawit dan fraksi-fraksinya mempunyai kandungan ikatan rangkap ganda yang rendah dan memiliki komposisi asam lemak jenuh (*saturated fatty acids*) dan asam lemak tidak jenuh (*unsaturated fatty acids*) yang berimbang jumlahnya, sehingga untuk minyak sawit tidak diperlukan lagi proses hidrogenasi. Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) telah berhasil memformulasikan *frying shortening* dengan bahan baku fraksi-fraksi minyak sawit. Produk hasil formulasi tersebut memiliki kualitas setara dengan produk *shortening* komersial yang

digunakan pada restoran cepat saji. Produk frying shortening yang dikembangkan oleh PPKS dapat dilihat pada Gambar 2.5, dan telah diaplikasikan pada kentang goreng dan donut (Gambar 2.6).



Gambar 2.5. Produk palm frying shortening produksi pps



Gambar 2.6. Aplikasi palm frying shortening pada kentang goreng dan donut



## DAFTAR PUSTAKA

- Ab Gapor, M.T. 1997. "Palm Vitamin E : A Value-Added Tocotrienols-Rich Fraction (TRF) From Palm Oil dalam Nutritional Components of Palm Oil", Malaysian Palm Oil Promotion Council. Malaysia.
- AOCS. 1989. "Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society", 4th ed, American Oil Chemists' Society. Champaign, IL.
- Anonimus. 2000. "Palm Oil/Palm Kernel Oil Applications : *Shortening* (Product Catalog)", Malaysian Palm Oil Promotion Council. Malaysia.
- Anonimus. 1992. "Lipozyme-IM, Leaflet Product", Novo Nordisk Bioindustrial Ltd. Denmark
- Ascherio, A., M. B. Katan, P. L. Zock, M. J. Stampfer, and W. C. Willet. 1999. "Trans Fatty Acid And Coronary Hearth Diseases", *New Eng. J. of Med.* 340:1994-1998.
- Berger, K.G. 1989. "Crystallization Behaviour Of Palm Oil" dalam Proceeding of 1989 PORIM International Palm Oil Congress : Chemistry, Technology, and Marketing, PORIM. Malaysia.
- Che Man, Y.B., T. Haryati, H.M. Ghazali and B.A. Asbi. 1999. "Composition And Thermal Profile Of Crude Palm Oil And Its Products", *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 76(2): 215-220.
- Choo, Y.M. 1997. "Carotenoids From Palm Oil" dalam Nutritional Components of Palm Oil, Malaysian Palm Oil Promotion Council. Malaysia.
- Choo, Y.M.; Ma A.N.; Yap S.C.; Ooi C.K., and Y. Basiron. 1997. "Red Palm Oil – A Carotene-Rich Nutritious Oil" dalam Nutritional Components of Palm Oil, Malaysian Palm Oil Promotion Council. Malaysia.
- Cochran, W.G. and G.M. Cox. 1962. "Experimental Designs", 2<sup>nd</sup> ed. John Willey and Sons, Inc. New York.
- Cocks, L.V. and C. Van rede. 1966. "Laboratory Handbook For Oil And Fat Analysis", Academic Press. London.
- Enig, M. G. 1998. "Palm Oil And The Anti-Tropical Campaign : Good News Towards Counteracting A Decades Worth Of Damage", In: 1988 International Oil Palm Conference. September 23-25, 1998. Bali, Indonesia.
- FDA, 1999. Food labeling: Trans fatty acids in nutrition labeling, nutrient content claims, and health claims (Docket no. 94P-0036). USA.
- Haryati, T.; K. Pamin; dan L. Buana. 1995. "Determination Of Oil Content By Gas Chromatography", *Mal. Oil Sci. Tech.* 4: 190-192.
- Haryati, T. 1999. "Development And Applications Of Differential Scanning Calorimetric Methods For Physical And Chemical Analysis Of Palm Oil", Disertasi Ph.D, Universiti Putra Malaysia, UPM-Serdang, Selangor, Malaysia.
- Haryati, T.; Y.B. Che Man; J. Selamat; H.M. Ghazali; and L. Buana. 1999. "Optimization of Chemical Transesterification of Palm Oil using Response Surface Methodology", *J. Food Lipids*, 6(2): 91-106.
- Joeliani, L.D. 1996. Analisa Asam Lemak Trans Pada Berbagai Margarin di Pasaran Indonesia. Skripsi. Jurusan TPG - Fateta, IPB, Bogor.

- Judd, J.T., Clevidence, B.A., Muesing, R.A., Wittes, J., Sunkin M.E., and Podczasy, J.J. 1994. "Dietary Trans Fatty Acids : Effects On Plasma Lipids And Lipoproteins Of Healthy Men And Women", *Am. J. Clin. Nutr.* 59 : 861-868.
- Ketaren, 1986. "Teknologi Pengolahan Minyak dan Lemak Pangan", UI Press. Jakarta.
- Klimes, J. 1990. "Shortening-Europe Formulation and Processing" dalam *Edible Fats and Oils Processing : Basic Principals and Modern Practises : World Conference Proceedings*, D.R. Erickson (ed), Am. Oil Chem. Soc. Champaign, IL.
- Kris-Etherton, P.M., Ho, C.Y., and Fosmire, M.A. 1984. "Effect Of Dietary Fat Saturation On Plasma And Hepatic Lipoprotein In The Rat", *J. Nutr.*, 114 : 1675-1682.
- Law, K. Dan T. Thiagarajan. 1990. "Palm Oil – Edible Oil Of Tomorrow" dalam *Edible Fats and Oils Processing : Basic Principals and Modern Practises : World Conference Proceedings*, D.R. Erickson (ed), Am. Oil Chem. Soc. Champaign, IL.
- Mensink, R.P. and Katan, M.B. 1990. "Effect Of Dietary Trans Fatty Acids On High-Density And Low-Density Lipoprotein Cholesterol Levels In Healthy Subjects", *The New England J. of Medicine* 323(7) : 439-445.
- Mukherjee, K.D. 1994. "Plant Lipase And Their Application In Lipid Biotransformations", *Prog. Lipid Res.*, 33(1) : 165-174.
- Ng, T.K.W., Hassan, K., Lim, J.B., Lye, M.S., and R. Ishak. 1991. "Non Hypercholesterolemic Effects Of A Palm Oil Diet In Malaysian Volunteers", *Am. J. Clin. Nutr.* 53(Suppl.4) : 1015s-1020s.
- Paulicka, F.R. 1990. "Shortening Products" dalam *Edible Fats and Oils Processing : Basic Principals and Modern Practises : World Conference Proceedings*, D.R. Erickson (ed), Am. Oil Chem. Soc. Champaign, IL.
- PYLER, E.J. 1982. *Baking Science & Technology*. Vol. II. Siebel Publishing Company, Chicago, ILL.
- PORIM. 1995. "PORIM Test Methods", Palm Oil Research Institute of Malaysia, Ministry of Primary Industries. Malaysia.
- Rosu, R., Y. Vozaki, Y. Iwasaki, and Yamane. 1997. "Repeated Use Of Immobilized Lipase For Monoacylglycerol Production By Solid-Phase Glycerolysis Of Olive Oil", *J. Am. Oil Chem.* 74(4) : 445 – 450.
- Saragih, B. 1998. "Peranan Dan Prospek Pengembangan Industri Oleopangan, Kosmetika, Dan Farmasi Berbasis Minyak Sawit", dalam: *Seminar Ilmiah Minyak Sawit : Potensi dan Prospek Nilai Gizi serta Komponen Aktif Dalam Minyak Sawit Dalam Mendukung Kesehatan Masyarakat*, Jakarta, 24 Pebruari 1998. Indonesia.
- Shimada, Y., Y. Watanabe, T. Samukawa, A. Sugihara, H. Noda, H. Fukuda and Y. Tominaga. 1999. "Conversion Of Vegetable Oil To Biodiesel Using Immobilized C. Antartica Lipase", *J. Am. Oil Chem.* 76(6) : 789-793.
- Soekarto, S.T. 1985. "Penilaian Organoleptik untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian", Bhratara Karya Aksara. Jakarta.
- Swern, D. 1978. "Bailey's Industrial Fats and Oils", AVI Publ. Inc. USA.



# **BAB 3. ASPEK GIZI DAN KESEHATAN MINYAK SAWIT**

## **1. PENDAHULUAN**

Konsumsi minyak dan lemak per kapita di Indonesia mengalami peningkatan dari tahun ke tahun, dimana pada tahun 1992 adalah 11,9 kg/tahun meningkat menjadi 15,6 kg/tahun pada tahun 1998. Diantara sumber minyak dan lemak yang tersedia, lebih dari 70% merupakan pangsa dari minyak sawit dan lebih dari 80% dikonsumsi dalam bentuk pangan, yakni minyak goreng, margarin, dan *shortening* (mentega putih) untuk pembuatan roti dan kue (Saragih, 1998 dan Soetanto, 2001).

Pangsa minyak sawit dalam konsumsi minyak dan lemak duniapun mengalami peningkatan yang sangat berarti, yakni kira-kira 9% per tahun, sedangkan pertumbuhan konsumsi minyak nabati dunia hanya mampu bertumbuh rata-rata 4,1% per tahun. Peningkatan konsumsi minyak sawit ini juga menunjukkan bahwa penerimaan masyarakat dunia terhadap minyak sawit semakin baik sejalan dengan ditemukannya berbagai keunggulan nutrisi minyak sawit dan keramahan produk minyak sawit terhadap lingkungan. Bahkan diperkirakan kedudukan minyak kedelai pada pangsa pasar dunia akan tergeser oleh minyak sawit pada beberapa tahun mendatang (Saragih, 1998).

## **2. PERSAINGAN MINYAK NABATI DUNIA DAN KAITANNYA DENGAN ASPEK GIZI**

Oleh karena sifat minyak nabati yang dapat saling menggantikan, maka terdapat persaingan dagang yang cukup besar untuk merebut pangsa pasar minyak nabati dunia. Sebenarnya persaingan tersebut telah dimulai pada pertengahan tahun 1980-an. Produsen minyak kedelai Amerika Serikat (*American Soybean Association/ ASA*) memulai kampanye diskriminatif yang menyudutkan produk-produk yang menggunakan minyak sawit, minyak inti sawit (*palm kernel oil /PKO*), dan minyak kelapa. Minyak-minyak yang disebut dengan *tropical oil* ini diidentikkan sebagai minyak dengan kandungan asam lemak jenuh tinggi.



Memang banyak penelitian yang membuktikan bahwa asam lemak jenuh dengan rantai panjang (jumlah atom Karbon 14-24) bersifat hiperkolesterolemik, yakni dapat meningkatkan total kolesterol serta kadar LDL (*low density lipoprotein*) kolesterol dalam darah. LDL dikenal sebagai "kolesterol jahat" yang menjadi salah satu penyebab penyakit jantung koroner.

Sebagai dampak kampanye anti *tropical oil* tersebut, minyak sawit, minyak inti sawit, dan minyak kelapa hampir tidak digunakan lagi sebagai bagian dari minyak dan lemak pangan (*edible oil and fat*) di Amerika Serikat, digantikan oleh *non tropical oil* seperti minyak kedelai, minyak jagung, minyak biji bunga matahari, dan minyak *canola*. Pemerintah dan Kongres AS juga mengeluarkan Undang Undang Pelabelan dan Pendidikan Gizi pada tahun 1990 (*The Nutrition Labeling and Education Act of 1990*), yang mewajibkan produsen mencantumkan jumlah asam lemak jenuh pada label produk-produk pangan dengan istilah *saturated fat*. Walaupun di satu sisi pencantuman label ini bersifat positif bagi masyarakat dalam hal pemilihan makanan dan pendidikan gizi, namun sesungguhnya pelabelan ini merupakan salah satu hasil dari kampanye anti *tropical oil*. Bahkan dalam salah satu petisinya, ASA berhasil menyakinkan US-FDA (*US-Food and Drug Administration*) untuk memperkenankan pelabelan '*Tropical Fat*' pada kemasan produk pangan yang mengandung ketiga jenis *tropical oil* tersebut (Enig, 1998 dan FDA, 1999).

Namun hasil penelitian dari para pakar gizi dan tenaga medis di Eropa dan Amerika Serikat sendiri akhirnya yang mematahkan kampanye yang menyesatkan tersebut. Meskipun minyak kelapa dan minyak inti sawit mengandung asam lemak jenuh tinggi, namun asam lemak jenuhnya merupakan jenis asam lemak rantai sedang (jumlah atom karbon 6-12). Jenis asam lemak ini ternyata tidak disimpan pada jaringan adiposa/lemak tubuh, karena asam lemak rantai sedang memiliki rantai transpor yang lebih sederhana dan dapat langsung dirombak menjadi energi dalam tubuh. Penelitian di Srilanka menunjukkan bahwa meskipun tingkat konsumsi lemak per kapita tinggi, tetapi dengan minyak kelapa sebagai sumber diet lemak utama maka tingkat kematian akibat penyakit kardiovaskuler adalah 1:100.000 dibandingkan dengan 1:18 hingga 1:187 di negara-negara industri maju (Megremis, 1991; Huang dan Akoh, 1996).

Di sisi lain, dengan kandungan asam lemak tak jenuh tunggal (*monounsaturated fatty acid/ MUFA*) sekitar 39% minyak sawit tidaklah bersifat hiperkolesterolemia atau penyebab penyakit jantung koroner. Telah dibuktikan bahwa minyak/lemak yang tinggi kadar MUFAnyanya mampu menurunkan total kolesterol dan LDL kolesterol dalam darah (Akoh, 1998). Bahkan minyak sawit juga memiliki keunggulan lain, yakni mengandung karoten (pro vitamin A) dan vitamin E yang tinggi, sehingga dapat bermanfaat bagi peningkatan status gizi masyarakat.

### 3. KEUNGGULAN NUTRISI MINYAK SAWIT

Minyak sawit memiliki karakteristik yang unik dibandingkan minyak nabati lainnya. Komposisi asam lemaknya terdiri dari asam lemak jenuh  $\pm 50\%$ , MUFA  $\pm 40\%$ , serta asam lemak tidak jenuh ganda (*polyunsaturated fatty acid/ PUFA*) yang relatif sedikit ( $\pm 10\%$ ). Dengan komposisi asam lemak yang demikian sebenarnya minyak sawit tidak tepat diklasifikasikan sebagai lemak jenuh (*saturated fat*), seperti halnya lemak hewani, minyak kelapa, atau PKO, tetapi dapat diklasifikasikan sebagai lemak tidak jenuh (*unsaturated fat*).

Lebih lanjut, dengan kandungan asam oleat yang relatif tinggi dan kandungan PUFA yang rendah, minyak sawit sangat cocok digunakan sebagai medium penggoreng. Minyak kaya asam oleat juga diketahui relatif stabil terhadap suhu penggorengan yang tinggi serta relatif tahan terhadap kerusakan oksidatif penyebab ketengikan minyak selama penyimpanan. Minyak sawit juga dapat difraksinasi menjadi 2 bagian, yakni fraksi padat (stearin) dan fraksi cair (olein). Karakteristik yang berbeda pada fraksi-fraksi tersebut menyebabkan aplikasinya sangat luas untuk produk-produk pangan ataupun nonpangan. Adapun komposisi asam lemak dari minyak sawit, fraksi olein dan fraksi stearin dari minyak sawit, serta minyak inti sawit tertera pada Tabel 3.1.

Dengan kandungan asam lemak jenuh, terutama asam palmitat (C16:0), yang mencapai lebih 40%, minyak sawit pernah dianggap sebagai jenis minyak yang bersifat hiperkolesterolemik dan dapat meningkatkan resiko penyakit kardiovaskuler. Namun penelitian-penelitian klinis terakhir telah banyak yang membuktikan bahwa minyak sawit bersifat netral pada kadar lipida darah. Sifat

hiperkolesterolemik asam palmitat yang banyak terkandung dalam minyak sawit ternyata dapat ditekan oleh sifat hipokolesterolemik dari asam oleat (C18:1) dan juga linoleat (C18:2). Studi Cook *et al.* (1996) juga telah membuktikan bahwa asam palmitat tidak bersifat hiperkolesterolemik apabila dikonsumsi bersama dengan asam lemak tak jenuh ganda (PUFA). Beberapa studi bahkan membuktikan bahwa konsumsi minyak sawit dapat menurunkan total kolesterol dan LDL kolesterol, serta meningkatkan HDL kolesterol yang sering disebut sebagai kolesterol baik dalam darah (Sundram, 1997).

Tabel 3.1. Komposisi asam lemak dari minyak sawit, olein, stearin, dan minyak inti sawit

Jenis asam lemak	CPO	Olein	Stearin	PKO
<i>Asam lemak jenuh</i>				
C6:0	-	-	-	0-0.8
C8:0	-	-	-	2.4-6.2
C10:0	-	-	-	2.6-5.0
C12:0	0-0.4	0.1-0.5	0.1-0.4	41.0-55.0
C14:0	0.6-1.7	0.9-1.4	1.1-1.8	14.0-18.0
C16:0	41.1-47.0	38.5-41.7	50.5-73.8	6.5-10.0
C18:0	3.7-5.6	4.0-4.7	4.4-5.6	1.3-3.0
C20:0	0-0.8	0.2-0.6	0.3-0.6	-
<i>Asam lemak tak jenuh tunggal (Mono Unsaturated Fatty Acid/MUFA)</i>				
C16:1	0-0.6	0.1-0.3	<0.05-0.1	-
C18:1	38.2-43.5	40.7-43.9	15.6-33.9	12.0-19.0
<i>Asam lemak tak jenuh ganda (Poly Unsaturated Fatty Acids/PUFA)</i>				
C18:2	6.6-11.9	10.4-13.4	3.2-8.5	1.0-3.5
C18:3	0-0.5	0.1-0.6	0.1-0.5	-

Sumber : Padley *et al.*, 1994 dan Pantzaris, 1995

Pengaruh jenis asam lemak yang terdapat pada minyak sawit terhadap kolesterol darah diringkas pada Tabel 3.2. Berdasarkan jenis ikatan rangkapnya, asam lemak tidak jenuh ada yang memiliki ikatan rangkap dengan konfigurasi *trans* dan ada yang memiliki ikatan rangkap dengan konfigurasi *cis*, seperti yang ditampilkan pada Gambar 3.1. Jenis asam lemak yang terdapat pada minyak/lemak alami umumnya merupakan asam lemak *cis*, sedangkan asam lemak *trans* banyak terbentuk sebagai akibat dari proses pengolahan hidrogenasi

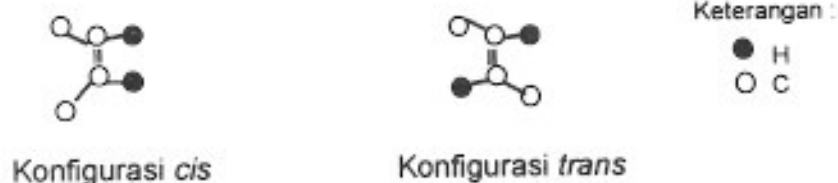
pada *non tropical oil*. Hasil penelitian telah membuktikan bahwa minyak-minyak nabati yang dihidrogenasi dan mengandung asam lemak *trans* bersifat hiperkolesterolemik dua kali lebih tinggi dibandingkan asam lemak jenuh (Ascherio et al., 1999).

Tabel 3.2. Komposisi asam lemak pada minyak sawit dan pengaruhnya terhadap kolesterol darah

Jenis asam lemak	Komposisi (%)	Pengaruh terhadap kolesterol darah
Asam laurat C12:0	0.2 *	↑ atau netral
Asam miristat C14:0	1.1 *	↑
Asam palmitat C16:0	44.3	Netral
Asam stearat C18:0	4.6	Netral
Asam oleat C18:1	39.0	↓
Asam linoleat C18:2	10.5	↓
Lainnya	0.3	-
Minyak sawit	100%	↓

Sumber : MPOPC (1998)

\* Minyak sawit mengandung asam lemak jenuh yang dapat meningkatkan kolesterol darah (asam laurat dan miristat) dalam jumlah yang relatif sedikit



Gambar 3.1. Bentuk ikatan rangkap dengan konfigurasi *cis* dan *trans*

*Non tropical oil*, seperti minyak kedelai, minyak jagung, dan minyak biji bunga matahari, biasanya berbentuk cair, karena mengandung asam lemak tak jenuh dalam jumlah yang tinggi. Untuk keperluan pembuatan margarin atau *shortening* (mentega putih), pada minyak alami yang semula berbentuk cair ini perlu dilakukan proses hidrogenasi untuk membuatnya menjadi bentuk yang lebih plastis (semi padat).

*American Heart Association* menganjurkan bahwa konsumsi asam lemak jenuh yang sehat adalah sebesar 10% dari total kalori yang dibutuhkan manusia.

Jika kebutuhan kalori rata-rata per hari adalah 2000 kalori, maka jumlah asam lemak jenuh yang dianjurkan adalah 200 kalori, yang setara dengan 22.2 gr asam lemak jenuh per hari. Di sisi lain, Departemen Kesehatan Inggris menganjurkan konsumsi asam lemak *trans* maksimum 2% dari kebutuhan kalori, yang setara dengan 4.4 g asam lemak *trans* bila dihitung berdasarkan kebutuhan 2000 kalori.

Bentuk stearin minyak sawit yang secara alami sudah berbentuk semi padat pada suhu kamar mengakibatkan stearin sawit dapat digunakan secara langsung sebagai bahan baku pembuatan margarin dan *shortening* tanpa melalui proses hidrogenasi. Dengan demikian margarin atau *shortening* yang terbuat dari minyak sawit tidak mengandung asam lemak *trans* yang bersifat kurang baik terhadap kesehatan. Keunggulan *free of trans fat* inilah yang digunakan oleh negara produsen minyak sawit untuk memerangi kampanye anti *tropical oil* yang dilakukan oleh AS.

Selain komposisi asam lemaknya yang unik, CPO juga mengandung komponen-komponen minor yang konsentrasinya mencapai 2%. Komponen-komponen minor didalam CPO adalah karotenoid, vitamin E (yakni tokoferol dan tokotrienol), sterol, fosfatida, *triterpenic* dan alkohol alifatik. Konsentrasi karotenoid dan vitamin E yang tinggi membuat minyak sawit memiliki nilai nutrisi yang baik, selain juga memiliki sifat antioksidan yang dapat meningkatkan stabilitas minyak sawit itu sendiri.

CPO mengandung karotenoid sebesar 500-700 ppm, dimana komponen utamanya adalah  $\alpha$ - dan  $\beta$ -karoten ( $\pm$  90%). Karoten diketahui memiliki aktifitas provitamin A yang tinggi, di mana nilai ekuivalen vitamin A dari  $\alpha$ - dan  $\beta$ -karoten masing-masing adalah 0.90 dan 1.67 (Choo, 1997; Sundram dan Chandra-sekharan, 1997).

Telah lama diketahui bahwa  $\beta$ -karoten merupakan antioksidan yang efektif. Studi epidemiologi menunjukkan adanya hubungan yang erat antara  $\beta$ -karoten dengan pencegahan beberapa jenis penyakit kanker seperti kanker mulut, tenggorokan, paru-paru, kolon dan lambung, sehingga  $\beta$ -karoten dapat dikategorikan sebagai salah satu dari 10 senyawa antikanker utama.  $\alpha$ -Karoten bahkan dilaporkan memiliki potensi sebagai senyawa anti kanker 10 kali lebih besar dibandingkan dengan  $\beta$ -karoten. Disamping itu  $\beta$ -karoten juga memiliki sifat antiaterosklerotik

dengan mereduksi plak aterosklerotik pada pembuluh darah arteri (Choo, 1997; Choo et al., 1997).

CPO mengandung vitamin E sebesar 600-1000 ppm, sehingga vitamin E merupakan faktor penting dalam kontribusi sifat nutrisi minyak sawit. Berbeda dengan minyak-minyak nabati lainnya, sebagian besar vitamin E dalam CPO merupakan tokotrienol (83%), sedangkan kandungan tokoferolnya hanya sekitar 17% (Law dan Thiagarajan, 1990).

Vitamin E tidak hanya berfungsi sebagai antioksidan dalam makanan tetapi juga sebagai *scavenger* radikal bebas pada kesehatan manusia. Radikal bebas merupakan spesies kimia yang terbentuk dari proses stress oksidatif dan memiliki interaksi dengan beberapa penyakit degeneratif seperti penyakit kardiovaskuler, kanker, katarak dan diabetes. Di dalam tubuh, vitamin E dapat melindungi asam lemak tidak jenuh sehingga pembentukan radikal bebas yang dapat menyebabkan kerusakan pada darah, sel dan jaringan dapat terhambat. Vitamin E juga melindungi *low density lipoprotein* (LDL) dari proses oksidatif sehingga proses aterosklerosis pada pembuluh darah dapat dicegah (Ab Gapor, 1997; Sundram dan Chandrasekharan, 1997).

Gey et al. (1991) melaporkan bahwa vitamin E pada plasma darah memiliki korelasi negatif yang sangat nyata dengan tingkat kematian oleh penyakit jantung *ischemic* pada 16 komunitas Eropa. Dengan demikian diet kaya dengan antioksidan, terutama vitamin E, sangat dianjurkan bagi populasi yang memiliki insiden penyakit jantung koroner tinggi. Studi di Universitas Harvard juga membuktikan bahwa suplementasi vitamin E (konsumsi vitamin E minimum 100 IU per hari selama lebih dari 2 tahun) menyebabkan resiko penyakit jantung koroner pada pria 37% lebih rendah dan pada wanita 41% lebih rendah dibandingkan dengan yang tidak memperoleh suplemen vitamin E (Rimm et al., 1993 dalam Ab Gapor, 1997).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa tokotrienol memiliki sifat hipokolesterolemik, antikanker dan antioksidan yang lebih efisien dibandingkan dengan tokoferol. Tokotrienol juga memiliki pengaruh antiagregasi pada platelet darah, sehingga memegang peranan pada penurunan proses trombosis (Mahadevappa et al., 1991).



#### 4. DAFTAR PUSTAKA

- Ab Gapor, M.T. 1997. Palm vitamin E : a value-added tocotrienols-rich fraction (TRF) from palm oil *in* Nutritional Components of Palm Oil. Malaysian Palm Oil at AOCS 1997, Seattle, Washington.
- Akoh, C.C. 1998. Fat replacers. *Food Technol.* 52(3):47-56.
- Ascherio, A., Katan, M. B., Zock, P. L., Stampfer, M. J., Willet, W. C. 1999. Trans fatty acid and coronary hearth diseases. *New Eng. J. of Med.* 340:1994-1998.
- Choo, Y.M. 1997. Carotenoids from palm oil *in* Nutritional Components of Palm Oil. Malaysian Palm Oil at AOCS 1997, Seattle, Washington.
- Choo, Y.M.; Ma A.N; Yap S.C. ; Ooi C.K. and Y. Basiron. 1997. Red palm oil - a carotene-rich, nutritious oil *in* Nutritional Components of Palm Oil. Malaysian Palm Oil at AOCS 1997, Seattle, Washington.
- Enig, M. G. 1998. Palm oil and the anti-tropical campaign : Good news towards counteracting a decades worth of damage. 1988 International Oil Palm Conference. September 23-25, 1998. Bali, Indonesia.
- FDA, 1999. Food labeling: Trans fatty acids in nutrition labeling, nutrient content claims, and health claims (Docket no. 94P-0036). USA.
- Gey, K.F.; P. Puska; P. Jordan and U.K. Moser. 1991. Inverse correlation between plasma vitamin E and mortality from ischemic heart disease in cross-cultural epidemiology. *Am. J. Clin. Nutr.* 53: 326-334.
- Huang, K.H. and C.C Akoh. 1996. Enzymic synthesis of structured lipids : Transesterification of triolein and caprylic acid ethyl ester. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 73(2): 245-250.
- Law, K. and T. Thiagarajan. 1990. Palm Oil - Edible oil of tomorrow *in* Erickson, D.R. (ed.). *Edible Fats and Oils Proceeding-Basic Principles and Modern Practises.* Works Conference Proceedings. Am. Oils Chem. Soc., Champaign, Illinois-USA.
- Mahadevappa, V.G.; F. Sicilia and B.J. Holub. 1991. Effect of tocotrienol derivatives on collagen- and ADP-induced human platelet aggregation. *Proceedings of International Palm Oil Conference - Nutrition and Health Aspects of Palm Oil*, published by PORIM.
- Megremis, C.J. 1991. Medium chain triglycerides : A nonconventional fat. *Food Technol.* 45(2): 108-114.
- MPOPC. 1998. Nutritional Benefits of Palm Oil. Malaysian Palm Oil Promotion Council, Malaysia.
- Padley, F.B., F.D. Gunstone, and J.L. Harwood. 1994. Occurance and characteristics of oils and fats *in* Gunstone et al. (ed). *The Lipid Handbook.* Chapman and Hall, London-UK.
- Pantzaris, T.P. 1995. *Pocketbook of Palm Oil Uses.* PORIM, Malaysia.
- Saragih, B. 1998. Peranan dan Prospek Pengembangan Industri Oleopangan, Kosmetika dan Farmasi Berbasis Minyak Sawit. Makalah *dalam* Seminar Ilmiah Minyak Sawit : Potensi dan Prospek Nilai Gizi Serta Komponen Aktif Dalam Minyak Sawit Dalam Mendukung Kesehatan Masyarakat. Jakarta, 24 Pebruari 1998.
- Soetanto, H. 2001. WTO dan proses liberalisasi perdagangan produk pertanian. *Prosiding Seminar Isu Terkini dalam Perdagangan Minyak Sawit.* Medan, 6 April 2002.
- Sundram, K. and N. Chandrasekharan. 1997. Minor components in edible oils and fats : Their Nutritional Implications *in* Nutritional Components of Palm Oil. Malaysian Palm Oil at AOCS 1997, Seattle, Washington.

# **BAB 4. PRODUK NON PANGAN BERBASIS MINYAK SAWIT**

## **1. PENDAHULUAN**

Perkembangan luas area tanaman kelapa sawit makin tahun makin meningkat dan pada akhir tahun 2000 luas total perkebunan kelapa sawit di Indonesia telah mencapai 3,2 juta ha dengan produksi CPO (crude palm oil) sebesar 6,5 juta ton. Selain produk olahan pangan, CPO dapat diolah menjadi berbagai jenis produk nonpangan. Namun industri yang menggunakan bahan baku minyak sawit menjadi produk non pangan masih relatif kecil. Pada tahun 1996, dari total konsumsi minyak dunia yaitu 96,9 juta ton yang terdiri dari minyak sawit dan inti sawit sekitar 18,6% hanya 14 juta ton saja digunakan untuk bahan baku non pangan terutama oleokimia. Penggunaan tersebut antara lain untuk sabun sekitar 55%, fatty acids 15%, fatty alcohol 10%, gliserin 6%, methyl ester sulphonate 4% dan yang lainnya sekitar 10%.

Produk hilir, non-pangan mempunyai nilai tambah yang tinggi. Akan tetapi industri non-pangan/oleokimia Indonesia kurang berkembang terutama apabila dibandingkan dengan Malaysia sebagai produsen minyak sawit terbesar dunia. Kapasitas total industri oleokimia Indonesia hanya mencapai sekitar 850.000 ton per tahun. Beberapa penyebab kurang berkembangnya industri oleokimia Indonesia adalah karena besarnya investasi industri tersebut serta terbatasnya pasar oleokimia dunia.

Selain minyak sawit, minyak inti sawit juga sangat berperan dalam industri oleokimia sebagai sumber asam laurat. Kandungan asam palmitat dan stearat dalam minyak sawit serta kandungan asam laurat dan miristat pada minyak inti sawit sangat berperan dalam hal detergensi, kemampuan membentuk busa dan sifat kelarutan dari produk sabun dan detergent. Pada makalah ini akan diuraikan secara singkat pengolahan minyak sawit menjadi produk non pangan terutama oleokimia dasar dan sabun serta prospek pengembangan produk olahan minyak sawit menjadi produk non pangan.

## 2. OLEOKIMIA DASAR

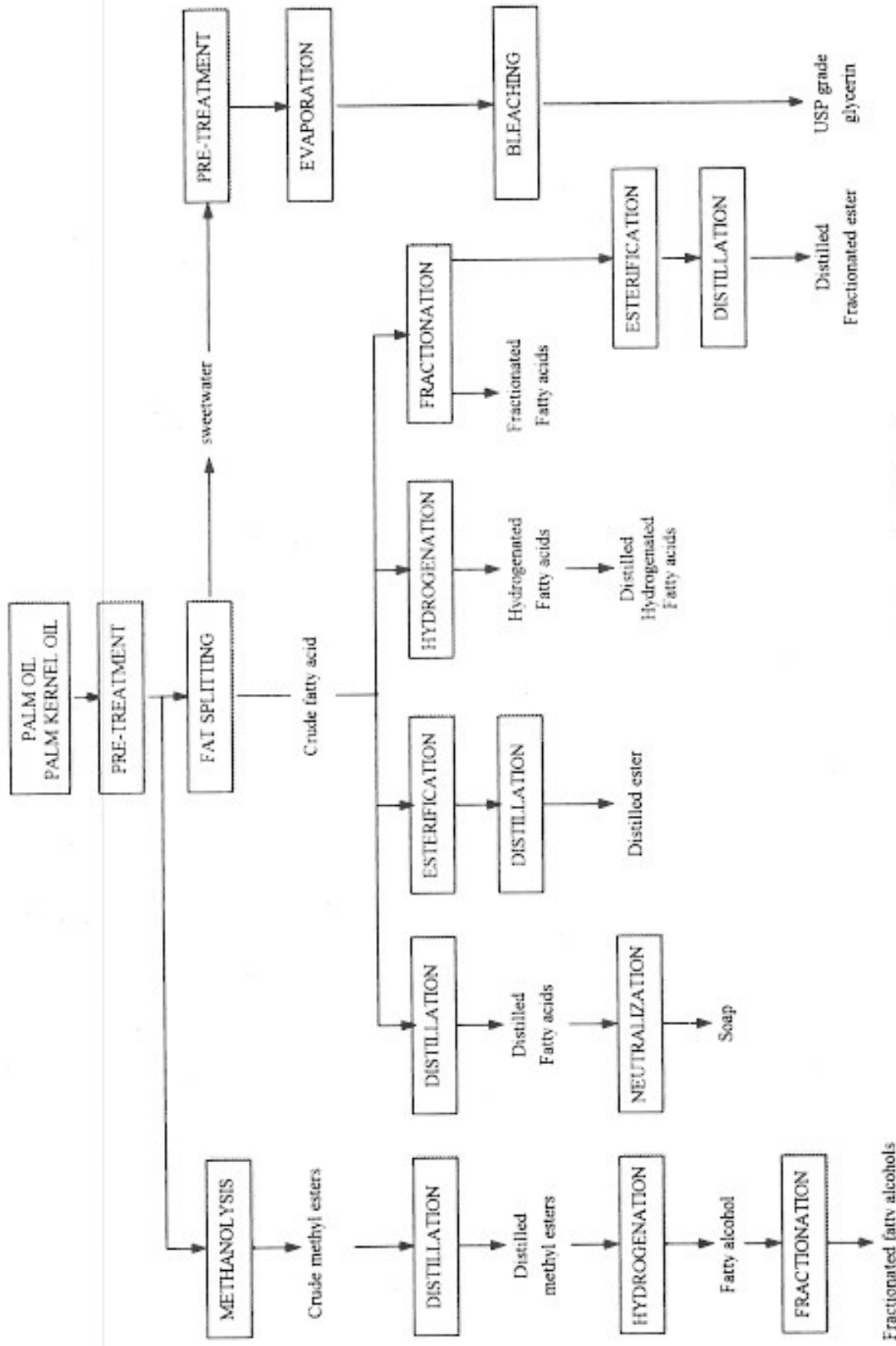
Oleokimia adalah bahan kimia yang diturunkan dari minyak atau lemak melalui proses *splitting* triasilgliserol menjadi derivat asam-asam lemaknya dan gliserol. Minyak atau lemak dapat berupa minyak nabati atau hewani, dan proses *splitting* dapat dilakukan secara kimia maupun enzimatis. Bahan kimia dapat diturunkan juga dari minyak bumi/petrokimia. Keunggulan oleokimia dari petrokimia ialah bahwa oleokimia adalah produk yang terbarukan, biodegradable, lebih aman. Oleokimia dasar yang banyak diproduksi antara lain *fatty acids*, *fatty methyl ester*, *fatty alcohols*, *fatty amines*, dan gliserol. Umumnya, oleokimia dasar diproduksi oleh negara berkembang yang kemudian bahan tersebut dapat diproses lebih lanjut menjadi produk akhir yang mempunyai nilai lebih tinggi. Berbagai contoh jenis oleokimia dasar dan aplikasinya dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Berbagai jenis produk oleokimia dasar dan aplikasinya

Minyak/lemak	Oleokimia Dasar	Produk Turunan	Aplikasi
<ul style="list-style-type: none"><li>• Crude palm oil (CPO)</li><li>• Palm kernel oil (PKO)</li><li>• Refined bleached deodorized palm oil (RBDPO)</li><li>• Olein</li><li>• Stearin</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fatty acids</li><li>• Fatty methyl ester</li><li>• Fatty alkyl ester</li><li>• Gliserol</li><li>• Fatty alcohols</li><li>• Primary fatty amines</li><li>• Secondary fatty amines</li><li>• Tertiary fatty amines</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Monoglyceride</li><li>• Medium chain triglycerides</li><li>• Sabun</li><li>• Methyl ester sulfonat</li><li>• Fatty alcohol ester sulfat</li><li>• Fatty acid ethoxylate</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Emulsifier</li><li>• Detergent</li><li>• Farmasi</li><li>• Kosmetik</li></ul>

### 2.1. Proses Pembuatan

Diagram proses pembuatan oleokimia dari minyak sawit maupun inti sawit melalui proses *splitting* dapat dilihat pada Gambar 4.1. Produksi *fatty acids* melibatkan pretreatment dengan asam phosphate untuk menghilangkan *phosphatida-phosphatida*.



Gambar 4.1. Diagram proses pembuatan oleokimia dasar

Umumnya untuk minyak inti sawit tidak memerlukan pre-treatment, karena minyak tersebut relatif bersih. Namun untuk minyak sawit mentah (CPO) diperlukan proses pre-treatment untuk menghilangkan gum dan bahan padatan lainnya.

Selanjutnya minyak displit menggunakan demineralized water pada suhu 250-255°C dan tekanan 50-55 bar. Produk yang dihasilkan berupa campuran asam lemak dan glyserin sekitar 15%. Campuran asam lemak dimurnikan untuk menghilangkan warna, glyserida, bahan taktersabunkan dan asam lemak yang terpolimer dengan cara distilasi atau pemisahan asam-asamnya dengan distilasi fraksinasi. Proses hidrogenasi dapat juga dilakukan untuk menghasilkan asamlemak jenuh dengan kualitas tinggi.

Asam lemak tersebut di atas dapat direaksikan lebih lanjut menjadi produk oleokimia dasar lainnya seperti fatty methyl ester dan fatty alcohol. Pembuatan methyl ester dapat melalui jalur esterifikasi yaitu reaksi antara asam lemak dan metanol menggunakan katalis asam atau jalur transesterifikasi antara minyak sawit dan metanol menggunakan katalis basa. Transesterifikasi minyak menjadi methyl ester dapat dilakukan dalam satu step atau dua step tergantung pada kualitas bahan baku yang digunakan. Jika bahan baku mengandung asam lemak bebas > 5% maka proses dilakukan dalam dua step yaitu pertama untuk merubah asam lemak bebas yang terkandung dalam minyak menjadi esternya dan kedua merubah minyak netral menjadi fatty methyl ester. Fatty alcohol dapat dibuat dengan mereaksikan fatty methyl ester dengan hidrogen dengan menggunakan katalis logam.

## **2.2. Pabrik Pembuatan Oleokimia Dasar**

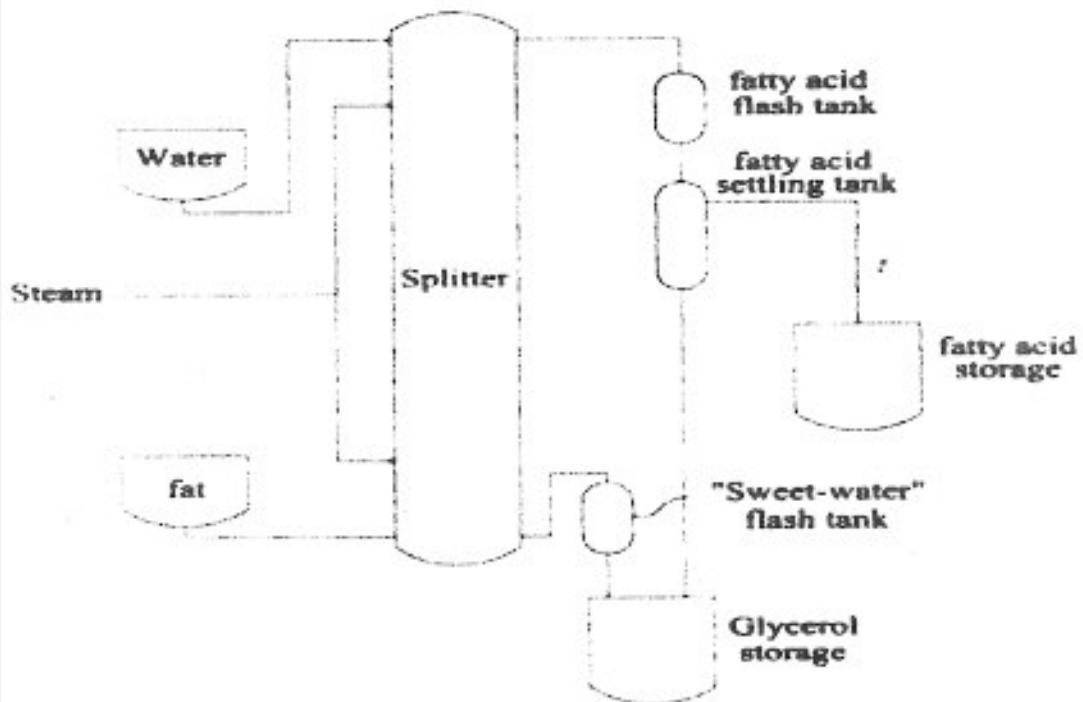
Unit peralatan yang diperlukan di industri oleokimia dasar untuk proses pretreatment antara lain:

- a. Tank Farm adalah tangki tempat penampungan bahan baku yang baru datang dan menampung produk yang sudah diproses. Disamping itu diperlukan satu unit tangki cadangan untuk mengantisipasi jika terjadi gangguan pada proses pengolahan atau untuk menampung bahan baku jika terjadi gejolak harga. Alat-





Unit utama alat fraksinasi terdiri dari 2 buah stripping tower yang sangat menentukan tingkat kemurnian produk asam lemak yang dihasilkan. Pada proses distilasi fraksinasi, kualitas asam lemak yang dihasilkan sangat tergantung pada bahan baku, desain alat fraksinasi (jumlah tray yang digunakan) dan kondisi operasinya. Sebagai contoh, untuk pemisahan asam palmitat dan asam stearat dapat menggunakan tray sejumlah 20, namun untuk memisahkan asam-asam lemak inti sawit harus menggunakan multi-columns.



Gambar 4.3. Unit fraksinasi asam lemak

### 3. SABUN

Kriteria yang harus diperhatikan dalam memproduksi sabun antara lain ratio asam jenuh terhadap asam tidak jenuh dan rantai karbon panjang terhadap rantai karbon pendek. Rasio ini diperlukan agar diperoleh produk sabun dengan kualitas yang dikehendaki seperti stabilitas, kekerasan dan sifat detergen. Umumnya untuk menghasilkan produk sabun yang ideal jarang menggunakan bahan baku dari satu jenis minyak. Sabun laurat bersifat keras, mudah membentuk busa, dan cepat larut air, sedangkan sabun dari rantai karbon panjang dan asam lemak tidak jenuh bersifat lebih lunak dan mempunyai sifat detergen yang lebih baik dalam air panas.

### **3.1. Minyak Sawit dan Inti Sawit Sebagai Bahan Baku**

Pada proses pembuatan sabun, jenis asam lemak yang berperan penting adalah  $C_{12}$ - $C_{14}$  dan  $C_{16}$ - $C_{18}$ . Asam lemak dengan rantai karbon  $C_{12}$ - $C_{14}$  berperan terhadap efek pembusaan, sedangkan asam lemak  $C_{16}$ - $C_{18}$  berperan terhadap perbaikan kekerasannya (Ainie *et al.*, 1996). Secara konvensional, bahan baku yang digunakan untuk proses pembuatan sabun adalah *tallow* (sumber  $C_{16}$ - $C_{18}$ ) dengan komposisi sekitar 80 - 85% dan minyak kelapa (sumber  $C_{12}$ - $C_{14}$ ) sekitar 20-15% (Harmann *et al.*, 1970 dan Kifli *et al.*, 1987). Namun demikian, minyak sawit memiliki komposisi asam lemak yang mirip dengan *tallow* dan minyak inti sawit mempunyai komposisi asam lemak yang mirip dengan minyak kelapa. Berdasarkan komposisi asam lemak tersebut, maka minyak sawit dapat digunakan sebagai pengganti *tallow* dan minyak inti sawit sebagai pengganti minyak kelapa (Basiron *et al.*, 2000).

Umumnya industri sabun menggunakan bahan baku CPO dan minyak kelapa dengan perbandingan 80%:20%. Komposisi campuran tersebut bervariasi tergantung pada jenis dan kualitas sabun yang diinginkan. Karena ketersediaan minyak kelapa cukup terbatas, maka minyak kelapa tersebut dapat digantikan dengan minyak inti sawit. Sabun yang dapat dibuat dengan menggunakan bahan baku minyak sawit dan inti sawit antara lain sabun batang, sabun laundry dan sabun logam.

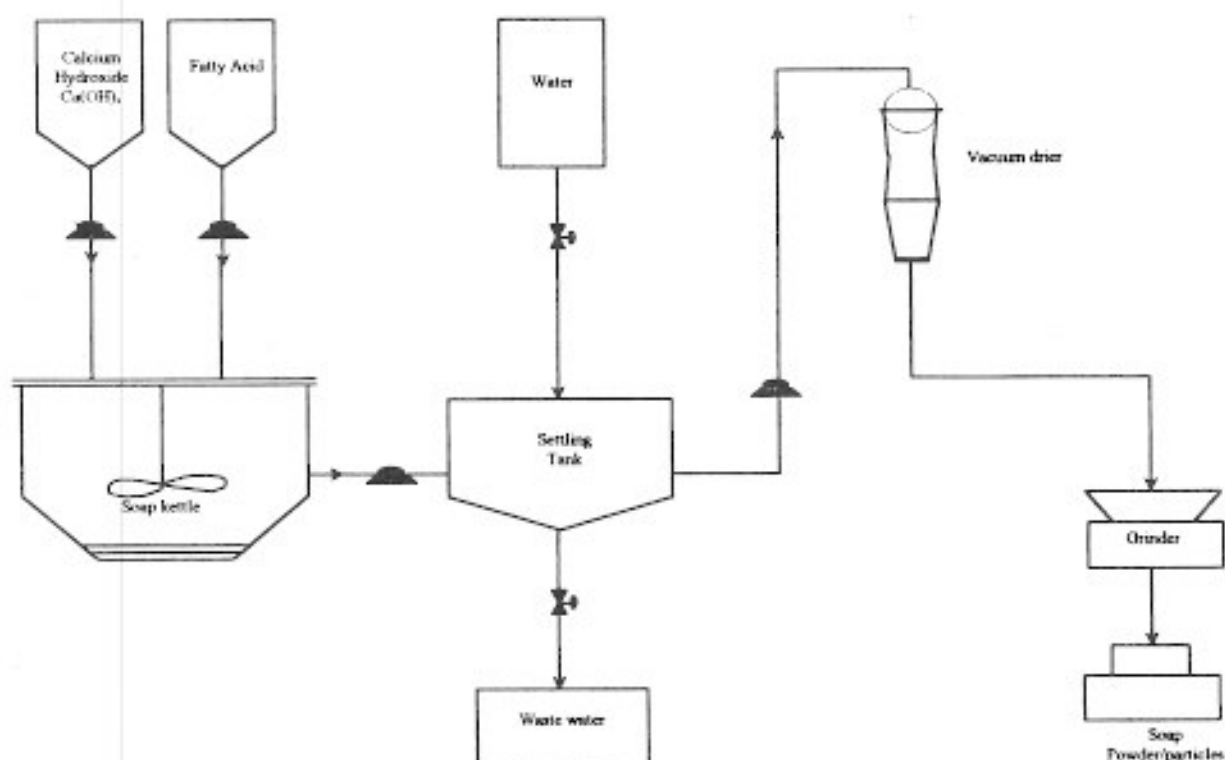
### **3.2. Proses Pembuatan**

Ada dua metode proses pembuatan sabun dari minyak sawit dan inti sawit yaitu metode saponifikasi dan netralisasi. Pada proses saponifikasi, minyak dipanaskan dan diaduk, kemudian alkali ditambahkan secara perlahan-lahan. Ketika mulai terbentuk sabun, brine ditambahkan untuk mengatur fluiditas dari sabun. Setelah seluruh alkali tercampur, pemanasan dilanjutkan untuk periode tertentu hingga proses saponifikasi berlangsung sempurna. Proses saponifikasi dikatakan sempurna, jika sejumlah contoh ditambahkan dengan alkohol dengan indikator phenolphthalein menunjukkan warna pink. Selanjutnya dilakukan pemisahan sabun dengan menggunakan sodium chloride dan produk sabun yang diperoleh dikeringkan.

Pada proses netralisasi, bahan baku yang digunakan berupa campuran asam lemak dan ditempatkan pada alat amalgamator yang dilengkapi dengan jaket pemanas air. Separuh dari total alkali yang digunakan ditambahkan ke dalam campuran asam lemak tersebut secara perlahan-lahan. Separuh alkali yang lainnya ditambahkan dengan sodium EDTA dan sodium chloride. Sodium chloride berfungsi untuk mengurangi viskositas sabun, sedangkan sodium EDTA berfungsi sebagai chelating agent jika ada kontaminan logam dan juga dapat berfungsi sebagai antioksidan.

### 3.3. Pabrik Pembuatan Sabun

Contoh unit pabrik pembuatan sabun dapat dilihat pada Gambar 4.4. Unit tersebut terdiri dari unit ketel yang berfungsi untuk proses saponifikasi atau netralisasi, tangki settling digunakan untuk memisahkan neat sabun dan lye, unit pengering untuk mengeringkan neat soap, roller mills digunakan agar neat soap yang dihasilkan seragam dan memiliki struktur kristal yang diinginkan.



Gambar 4.4. Unit pabrik pembuatan sabun

## 4. PROSPEK PRODUK NON PANGAN

Keunggulan utama dari produk oleokimia adalah sifatnya yang *renewable* dan *biodegradable* sehingga baik proses produksi maupun produknya ramah terhadap lingkungan dan aman untuk kesehatan apabila terjadi kontak dengan organ tubuh manusia seperti kulit. Kedua karakter tersebut sangat diinginkan oleh masyarakat dunia saat ini dan masa yang akan datang. Disisi lain, produk petrokimia yang saat ini menjadi sumber utama bahan kimia serupa oleokimia tidak memiliki dua karakter tersebut dan produksinya akan turun sejalan dengan berkurangnya cadangan minyak bumi. Oleh sebab itu produk oleokimia mempunyai prospek yang sangat baik.

Diantara produk yang prospektif untuk dikembangkan adalah biodiesel, bioemollient sebagai bahan dasar kosmetik dan fatty amida.

### 4.1. Palm Bioemollient

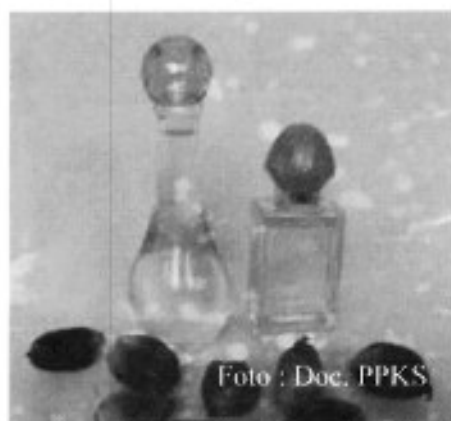
Industri kosmetik merupakan konsumen minyak nabati dan asam lemak yang sangat potensial. Salah satu bahan baku kosmetik yang banyak digunakan dalam hampir seluruh formulasi produk kosmetik adalah emollient. Fungsi emollient adalah sebagai pelembut dan pelembab kulit pada produk kosmetik yang berbentuk krim, lotion, lipstik dan sabun.

Pada umumnya emollient yang ada di pasar dibuat dari bahan baku minyak bumi sehingga mempunyai sifat-sifat yang tidak dikehendaki diantaranya dapat menyebabkan iritasi kulit. Oleh karena itu produk emollient yang dibuat dari minyak sawit (disebut sebagai bioemollient) mempunyai keunggulan yang tidak dijumpai pada produk sejenis dari minyak bumi.

Emollient disintesis dengan cara esterifikasi antara asam lemak dengan alkanol. Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) telah berhasil mensintesis emollient dari turunan minyak sawit, terutama asam stearat sawit, dengan menggunakan proses kimia maupun enzimatis. Produk yang dihasilkan secara proses kimia adalah bioemollient IOPRI IPE-1850. Bioemollient IOPRI IPE-1850 dibuat dalam reaktor esterifikasi skala 20 liter pada kondisi suhu 85°C dan tekanan 1 atm selama 4 jam

reaksi (konversi 95%). Produk IOPRI IPE-1850 ini sangat baik apabila digunakan untuk produk-produk *body lotion* dan lipstik. Produk yang dihasilkan secara proses enzimatis adalah bioemollient IOPRI SUPER BES-1850 yang dilakukan dalam reaktor skala 2 liter pada kondisi suhu 50°C selama 6 jam reaksi (konversi 98%). Produk IOPRI SUPER BES-1850 ini sangat baik apabila digunakan untuk produk-produk *facial cream*, *hand body lotion*, dan lipstik kualitas tinggi.

Keunggulan bioemollient produksi PPKS dibandingkan emollient konvensional yang pada umumnya disintesis dari minyak bumi (petrokimia) adalah lebih aman, halal, mudah terdegradasi, tidak menyebabkan komedo dan iritasi pada kulit.



#### Spesifikasi Produk

Uraian	A IPE-1850	B SUPER-BES 1850
Asam lemak bebas (%)	Maks 5 %	Maks 5%
Densitas (g/ml)	0,85	0,85
Viskositas (cSt)	9,26	10,35
Warna	kekuningan	bening



Gambar 4.5. Produk bioemollient hasil penelitian PPKS dan aplikasinya

## 4.2. Palm Biodiesel

Pengembangan biodiesel banyak mendapat perhatian dari para ahli karena beberapa kelebihanannya dibandingkan bahan bakar petroleum, diantaranya adalah (i) dapat diproduksi secara lokal dengan memanfaatkan sumber minyak/lemak alami yang tersedia, sehingga dapat mengurangi ketergantungan impor bahan bakar petroleum, (ii) proses produksi dan penggunaannya yang bersifat lebih ramah lingkungan dengan tingkat emisi CO<sub>2</sub>, CO, NO dan senyawa hasil pembakaran lainnya yang lebih rendah, dan (iii) lebih mudah terdegradasi di alam (*biodegradable*) (Haas dan Scott, 1996). Umumnya bentuk ester yang digunakan sebagai biodiesel adalah metil ester yang disintesis secara kimiawi dengan teknik transesterifikasi antara metanol dan minyak/lemak (metanolisis) atau esterifikasi antara metanol dengan asam lemak hasil hidrolisis minyak/lemak (Cheah et al., 1998). Selain dengan katalis kimia, reaksi transesterifikasi juga dapat dikatalisis dengan enzim lipase. Dengan penggunaan suhu dan tekanan yang rendah serta reaksi yang bersifat ramah lingkungan, maka proses enzimatik telah banyak dikembangkan oleh para ahli. Saat ini biodiesel yang disintesis dari minyak *rapeseed* telah digunakan di beberapa negara Eropah dan Amerika (Korbitz, 1998), dan biodiesel dari minyak sawit juga telah dievaluasi penggunaannya di Malaysia (Schafer, 1998). Minyak biji *rapeseed* merupakan sumber bahan baku biodiesel yang utama (84%), diikuti dengan minyak biji bunga matahari (13%), dan sisanya minyak kedelai, minyak zaitun, serta lemak hewani.

Biodiesel sebagai bahan bakar alternatif dapat dibuat menggunakan bahan baku minyak sawit atau dari minyak goreng bekas (Mittelbach dan Enzelsberger, 1999). Penggunaan bahan baku minyak goreng bekas memiliki nilai ekonomis yang lebih tinggi, dan juga dapat mengatasi masalah limbah minyak yang dibuang ke perairan.

Biodiesel ialah bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan, tidak beracun dan dibuat dari minyak nabati atau minyak goreng bekas. Secara kimia biodiesel termasuk dalam golongan mono alkil ester atau metil ester dengan panjang rantai



karbon antara 12 sampai 20. Hal ini yang membedakannya dengan petroleum diesel yang komponen utamanya adalah hidrokarbon.

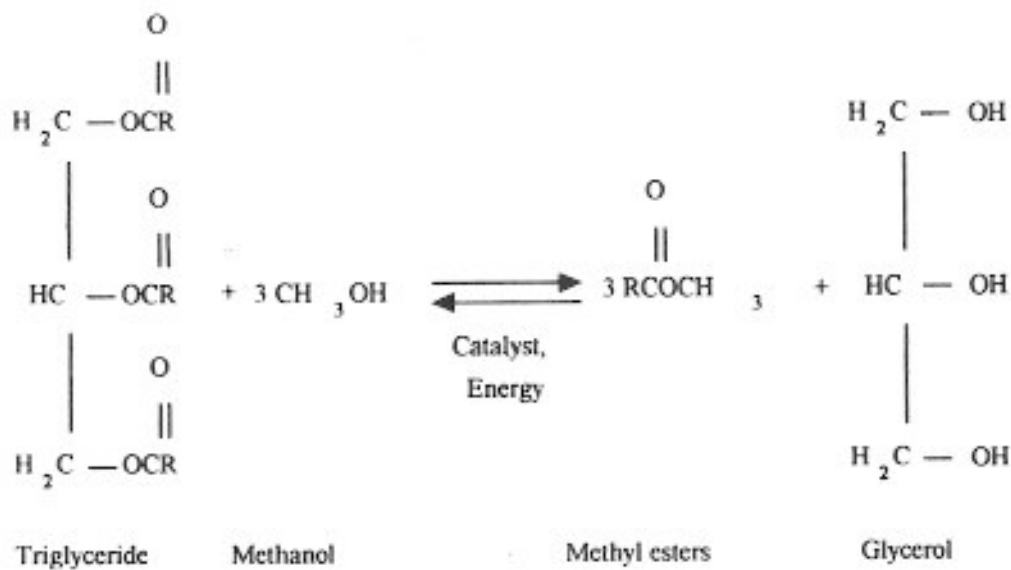
Biodiesel sawit dapat dibuat dari hampir semua fraksi sawit seperti crude palm oil (CPO), palm kernel oil (PKO), refined bleached & deodorized palm oil (RBDPO) dan olein (Tabel 4.2.). Faktor penting yang perlu diperhatikan dalam pemilihan bahan baku adalah kandungan asam lemak bebasnya dan harganya. Untuk minyak sawit yang mengandung asam lemak bebas >1% perlu dilakukan perlakuan pendahuluan berupa penetralan atau penghilangan asam lemak (deacidifikasi). Proses ini dapat dilakukan dengan penguapan, saponifikasi atau esterifikasi asam dengan katalis padat.

Tabel 4.2. Bahan baku biodiesel sawit

No.	Jenis bahan baku	ALB, %	IV	Warna
1.	CPO	5	50-53	Merah
2.	PKO	5	7-9	Kuning
3.	RBDPO	0,1	50-53	Jernih
4.	Olein	0,1	56-60	Jernih

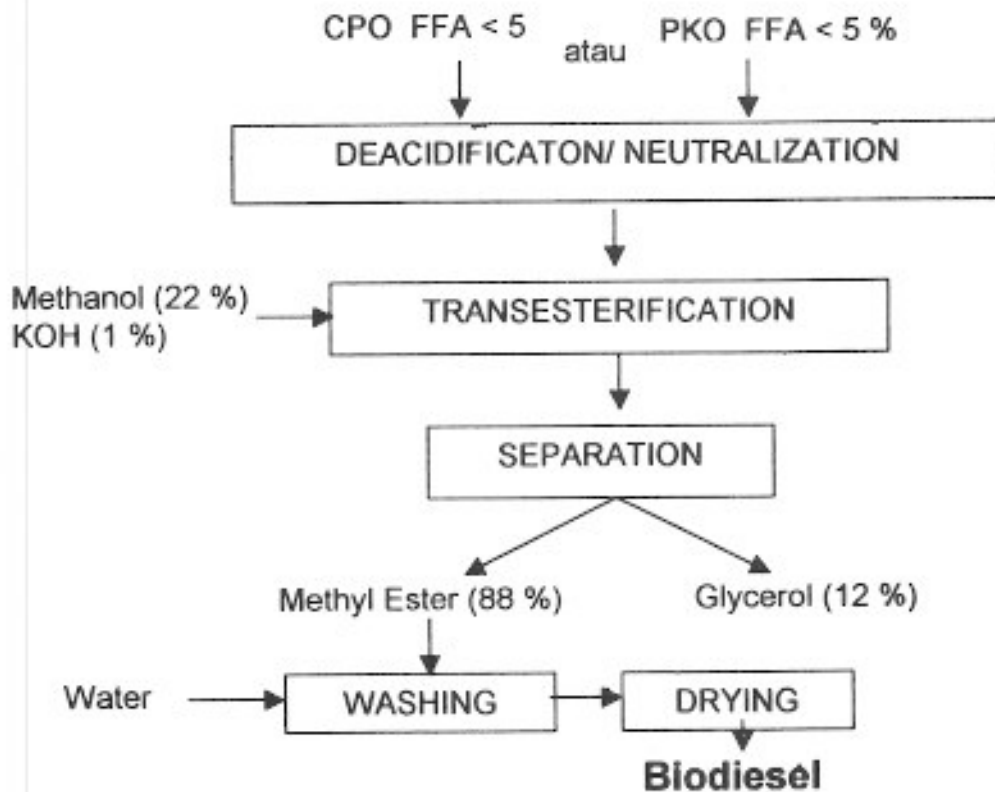
Pada prinsipnya biodiesel atau metil ester diproduksi melalui reaksi transesterifikasi antara trigliserida (minyak sawit) dengan metanol menjadi metil ester dan gliserol dengan bantuan katalis basa (Gambar 4.6.). Gliserol akan terpisah dibagian bawah reaktor sehingga dengan mudah dapat dipisahkan. Ester yang terbentuk selanjutnya dicuci dengan air untuk menghilangkan sisa katalis dan metanol. Proses transesterifikasi dapat dilakukan secara curah (*batch*) atau sinambung (*continuous*) pada suhu 50-70°C.

Pada Gambar 4.6. disajikan diagram proses produksi biodiesel dari bahan baku dengan kandungan asam lemak tinggi (CPO atau PKO).



Gambar 4.6. Reaksi transesterifikasi trigliserida (minyak nabati)

Teknologi yang telah di kembangkan oleh PPKS(Gambar 4.7.)



Gambar 4.7. Proses produksi biodiesel

### 4.3. Keuntungan Penggunaan Biodiesel

1. **Tidak perlu modifikasi mesin.** Pada dasarnya tidak perlu ada modifikasi mesin diesel apabila bahan bakarnya menggunakan biodiesel. Biodiesel bahkan mempunyai efek pembersihan terhadap tangki bahan bakar, injektor dan slang.
2. **Emisi lebih rendah.** Biodiesel dapat mengurangi emisi karbon monoksida, hidrokarbon total, partikel, dan sulfur dioksida. Penambahan 20% biodiesel pada petroleum diesel dapat mengurangi emisi partikel sebesar 14%, total hidrokarbon sebesar 13%, karbon monoksida sebesar 7% dan sulfur dioksida sebesar 20%.
3. **Energi yang dihasilkan sama.** Energi yang dihasilkan oleh biodiesel serupa dengan petroleum diesel (128.000 BTU vs 130.000 BTU), sehingga engine torque dan tenaga kuda yang dihasilkan juga serupa.
4. **Ada efek pelumasan.** Biodiesel menghasilkan tingkat pelumasan mesin yang lebih tinggi dibandingkan dengan petroleum diesel.
5. **Cetane number lebih tinggi.** Cetane number biodiesel lebih tinggi (51-62) dibandingkan dengan petroleum diesel (42) sehingga menghasilkan suara mesin yang lebih halus.
6. **Penanganan dan penyimpanan lebih mudah.** Biodiesel tidak menghasilkan uap yang berbahaya pada suhu kamar dan dapat disimpan pada tangki yang sama dengan petroleum diesel.
7. **Renewable.** Biodiesel dibuat dari bahan terbarukan (*renewable*) sehingga dapat mengurangi impor dan penggunaan bahan bakar minyak bumi.
8. **Biodegradable.** Tingkat *biodegradable* biodiesel sama dengan glukosa. Pencampuran biodiesel dengan petroleum diesel dapat meningkatkan biodegradability petroleum diesel sampai 500%.
9. **Non toksik.** Biodiesel lebih aman dan tingkat toksisitasnya 10 kali lebih rendah dibandingkan dengan garam dapur.
10. **Konsumsi bahan bakar sama.** Konsumsi bahan bakar serupa dengan petroleum diesel.

#### **4.4. Biodiesel VS Petroleum Diesel**

Biodiesel mempunyai sifat kimia dan fisika yang serupa dengan petroleum diesel sehingga dapat digunakan langsung untuk mesin diesel atau dicampur dengan petroleum diesel. Walaupun kandungan kalori biodiesel serupa dengan petroleum diesel, tetapi karena biodiesel mengandung oksigen, maka flash pointnya lebih tinggi sehingga tidak mudah terbakar. Disamping itu, biodiesel tidak mengandung sulfur dan senyawa benzene yang karsinogenik sehingga biodiesel merupakan bahan bakar yang lebih bersih dan lebih mudah ditangani dibandingkan dengan petroleum diesel. Perbedaan antara biodiesel dan petrodiesel terutama adalah pada komposisinya.

#### **4.5. Palm Fatty Amida**

Pada pabrik minyak goreng, selain dihasilkan produk utama minyak goreng juga dihasilkan produk samping berupa asam lemak sawit distilat (ALSD). Jumlah ALSD yang dihasilkan sekitar 2,5 – 3,5% dari minyak sawit yang diolah. Jika 85% dari total produksi CPO digunakan untuk pabrik minyak goreng, maka pada tahun 2000 jumlah ALSD yang dihasilkan mencapai sekitar 0,140 – 0,193 juta ton. Sampai saat ini pemanfaatan ALSD masih sangat terbatas, yaitu hanya digunakan sebagai bahan baku pembuatan sabun dengan kualitas rendah. Sementara itu, ALSD mempunyai potensi yang cukup tinggi untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan produk-produk oleokimia. Hal ini disebabkan oleh komposisi asam lemak yang terdapat dalam ALSD tidak jauh berbeda dengan komposisi asam lemak yang terdapat dalam minyak sawit.

Beberapa hasil penelitian pemanfaatan ALSD dilakukan untuk bahan baku pembuatan surfaktan non ionik (Herawan, 1994), metil ester (Sadi, 1991) dan sabun mandi (Ainie *et. al*, 1996), dan sabun transparan (Renni dkk., 1997). ALSD dapat juga digunakan sebagai bahan baku pembuatan fatty amida. Pusat Penelitian Kelapa Sawit telah berhasil mengembangkan produksi fatty amida dari minyak sawit pada skala laboratorium. Fatty amida diperoleh dari reaksi antara asam lemak dengan amina pada perbandingan molar tertentu, menggunakan atau tanpa menggunakan

katalis pada suhu 140°C hingga 230°C selama 6 - 12 jam. Fatty amida merupakan salah satu jenis surfaktan yang digunakan sebagai bahan aditif pada pembuatan *shampoo*, *bubble baths*, pemantap latek, zat penghambat karat, bahan pencuci peralatan rumah tangga dan deterjen cair.

## DAFTAR PUSTAKA

- Basiron, Y., Jalani, B.S., and Chan, K.W. 2000. *Advances in Oil Palm Research*. Malaysian Palm Oil Board, Ministry of Primary Industries, Malaysia.
- Knez, L., V. Rizner, M. Habulin, and D. Bauman. 1995. Enzymatic synthesis of oleyl oleate in dense fluids. *JAOCS*. 72(11): 1345 – 1349
- Linko, Y.Y., M. Lamsa, A. Huhtala, and O.Rantanen. 1995. Lipase biocatalyst in the production of esters. *JAOCS*. 72(11):1293 – 1299
- Lower, E. 1996. Using fatty acid esters in cosmetics. *Manufacturing chemist No.1*: 34 – 36
- Maag, H. 1984. Fatty acid derivates : Important surfactants for household, cosmetic, and industrial purposes. *JAOCS* 61 (2) : 259 – 267.
- Mukesh, D., S. Jadhav, A.A Banerji, K. Thakkar, and H.S Bevinakkati. 1997. Lipase catalysed esterification reaction - experimental and modelling studies. *J. Chem. Tech. Biotechnol.* 69: 179-186
- Nelson, L.A., T.A Foglia, and W.N Mamer. 1996. Lipase catalysed production of biodiesel. *JAOCS*. 73(8): 1191 – 1195
- Williams, D.F. (ed.). 1992. *Chemistry and technology of the cosmetics and toiletries industry*. Blackie Ac., London. 331 pp.
- Samey, D.B., H. Kapeller, G. Fregapane, and E.N. Vulfson. 1994. Chemo-enzymatic synthesis of disaccharide fatty acid esters. *JAOCS* 71 (7) : 711 – 714.
- Staal, L.H. 1990. To esters via biotechnology. *Proceeding of World Conference on Oleochemical* (Applewhite, T.H ed.). AOCS, Illinois, USA: 279 - 287

# BAB 5. PENGELOLAAN LIMBAH PKS

## 1. PENGELOLAAN LIMBAH CAIR PKS

Pabrik Kelapa Sawit menghasilkan limbah padat dan cair. Sederhananya, limbah padat dapat dibuang ke lahan kosong, dikubur atau dibakar di dalam insinerator. Sedangkan limbah cair dibuang ke perairan umum (sungai). Namun, dengan berkembangnya kesadaran manusia terhadap kualitas sumber daya alam dan kelestarian lingkungan, cara pembuangan limbah tadi tidak lagi diperkenankan. Apalagi bila limbah yang dihasilkan dapat merusak lingkungan hidup dan menghasilkan polusi. PKS dituntut untuk menghasilkan limbah yang 'berkualitas'. Tentunya, tuntutan peningkatan kualitas limbah yang dihasilkan memerlukan biaya pengolahan. Dengan pengawasan proses pengolahan yang baik, biaya pengolahan limbah ini dapat ditekan seminimal mungkin. Secara keseluruhan hal tersebut didefinisikan sebagai *waste management* (pengelolaan limbah).

### 1.1. Karakteristik Limbah Cair PKS

Hasil penelitian PPKS menunjukkan bahwa PKS yang cukup efisien menghasilkan 0.6 – 0.8 m<sup>3</sup> limbah cair (LCPKS)/ton TBS yang diolah. Sebagai contoh, pada kondisi yang wajar, total volume limbah cair dari sebuah PKS berkapasitas olah 30 ton TBS/jam sekitar 600 m<sup>3</sup>/hari. Pada prakteknya, kebanyakan PKS di Indonesia menghasilkan 1.0-1.3 m<sup>3</sup> LCPKS/ton TBS. Bila tidak diolah, LCPKS ini setara beban pencemarannya dengan buangan dari 1000 orang/hari.

Limbah cair ini berasal dari stasiun klarifikasi (*sludge water* dari *drab*, 70-75%), stasiun rebusan (air kondensat, 15-20%), dari hidrosilon (5-10%) dan air cucian pabrik. Karakteristik atau parameter mutu LCPKS dari masing-masing sumber limbah tersebut berbeda satu sama lainnya (Tabel 5.1.).





Tabel 5.1. Karakteristik Limbah Cair PKS menurut sumbernya

Parameter Mutu	Rebusan	Ekstraksi	Klarifikasi	Hidroksiklon & Boiler	Keseluruhan
PH	4.0 – 4.9	3.9 – 4.8	4.5	4.7 – 6.2	3.8 – 4.5
Suhu, °C	30 – 88	36 – 77	30.0	30 – 70	30 – 75
Minyak+gemuk,ribu mg/l	1.1 – 6.1	6.8 – 8.5	7.0 – 8.5	0.8 – 1.6	0.2 – 8.6
Padatan total, ribu mg/l	6.0– 38.5	31.0 – 47.5	45.8 – 60.0	1.1 – 2.6	11.5 – 67.9
Padatan tersuspensi, ribu mg/l	1.3 – 14.3	18.4 – 31.0	24.1 – 35.0	0.3 – 2.0	4.1 – 60.4
BOD, ribu mg/l	5.5 – 27.0	16.8 – 30.0	20.0	1.1 – 2.0	10.3 – 47.5
COD, ribu mg/l	10.3 – 52.5	45.0 – 64.0	47.9 – 60.0	0.6 – 3.6	15.6 – 53.6
Total P, mg/l	42 – 320	230 – 330	1000	20 – 23	0 – 110
Total N, mg/l	60 - 590	450 - 720	nd	20 - 26	180 - 1820

Keseluruhan LCPKS yang belum diolah biasanya mempunyai BOD sekitar 25 ribu mg/l. LCPKS mengandung padatan suspensi dan minyak dengan kadar yang tinggi. Padatan tersebut, bila masuk ke perairan umum akan mengendap, terurai secara perlahan, mengkonsumsi oksigen yang ada dalam air, mengeluarkan bau yang tidak enak dan merusak tempat pembiakan ikan. Kemungkinan lainnya, padatan dan minyak tersebut mengapung di permukaan air sehingga menahan aerasi (menghambat suplai oksigen) dan mempengaruhi kehidupan air.

Karena sifatnya yang mampu merusak kualitas ekologi perairan tempat pembuangannya, LCPKS dikelola dengan baik sehingga jumlahnya/debitnya dan kualitasnya layak untuk dibuang ke perairan umum. Beberapa pendekatan yang umum diterapkan dalam pengelolaan atau pengendalian LCPKS adalah:

- ⊗ Konservasi air: pemisahan dan daur ulang (penggunaan kembali) air pendingin turbin, air kondensat dari boiler, *overflow*/tumpahan dari pengering vakum
- ⊗ Pengaturan penggunaan air dengan efektif (***Good in-house keeping***)
- ⊗ Pengolahan LCPKS sedemikian rupa sehingga BODnya turun di bawah batas maksimum yang ditetapkan Pemerintah (Tabel 5.2.), misalnya menjadi sekitar 50 mg/l, pemisahan minyak yang ikut bersama LCPKS, mereduksi BOD dengan cara kimia, fisik dan biologis.

Tabel 5.2. Baku mutu limbah untuk industri minyak sawit

Parameter	Debit limbah maksimum sebesar 2,5 m <sup>3</sup> per ton CPO			
	Kadar maks.	Satuan	Beban cemaran Maks.	Satuan
BOD	100	mg/l	0,25	kg/ton
COD	350	mg/l	0,88	kg/ton
TSS	250	mg/l	0,63	kg/ton
Minyak & Lemak	25	mg/l	0,0631	kg/ton
Total N	50	mg/l	0,125	kg/ton
Ph	6-9	-	-	-

## 1.2. Konservasi Air

Hampir seluruh PKS mengalirkan limbah dari stasiun rebusan ke dalam tangki pengumpul minyak (TPM) setelah disaring, dilanjutkan dengan daur ulang limbah dari tangki pengumpul minyak ke tangki air panas (TAP). Selanjutnya, air limbah dialirkan ke dalam alat kempa. Air limbah dari stasiun klarifikasi dialirkan ke dalam *fat-pit*, sedangkan air buangan yang berasal dari hidrosiklon dialirkan ke dalam unit pengolahan limbah (UPL) aerobik atau kolam akhir (*final pond*), karena angka BOD atau COD limbah tersebut relatif rendah.

Kadar ALB air limbah yang berasal dari fat fit dan TPM sebelum dan setelah PKS beroperasi, masing-masing sebesar 4,0 – 8,5%, dan 3,8 – 6,8%. Untuk menghindari perubahan kualitas minyak sawit mentah (MSM), maka air pengencer dari TPM digunakan setelah 4 jam PKS beroperasi. Baskulator dipakai untuk mengukur aliran limbah yang berasal dari stasiun rebusan dan stasiun klarifikasi, sedangkan alat pengukur yang dipakai untuk aliran limbah dari TAP ke dalam alat kempa dengan menggunakan level indikator, yaitu mengukur tinggi rendahnya permukaan air yang diterakan dengan skala meter pada dinding TAP. Flowmeter dipasang pada pipa aliran air pengencer menuju alat kempa untuk mengetahui jumlah air yang dipakai sebagai air pengencer.

## 1.3. Good In-House Keeping

Menjaga kebersihan lingkungan pabrik dilakukan dengan mencegah terjadinya ceceran, tumpahan atau kebocoran pipa-pipa minyak, dan menangani limbah yang

terjadi sebaik mungkin. *In-house keeping* di PKS dimaksudkan untuk menjaga kebersihan pabrik terutama lingkungan unit proses yang menghasilkan air limbah seperti stasiun ekstraksi, klarifikasi (mulai dari *sludge balance tank*, *dekanter* tiga fasa, *sludge separator*, *oil purifier*, *continuous sludge/settling tank*, *reclaimed oil tank*), dll.

Di beberapa PKS sering terjadi tumpahan dan kebocoran pipa uap atau uap, atau pipa minyak termasuk pembuangan (*blow down*) lumpur/drab yang tidak teratur di stasiun klarifikasi. Kondisi tersebut dapat menyebabkan kehilangan minyak yang tinggi, kondisi kerja kurang nyaman, dan lantai pabrik menjadi kotor dan licin. Oleh karenanya perlu kebersihan lingkungan pabrik mulai dari tempat pelataran TBS (*loading ramp*) hingga ke tangki timbun. Pada waktu memasukkan TBS ke dalam lori, perlu dijaga agar TBS dan brondolan tidak terjatuh di luar lori dan tidak tertinggal di bawah pintu/tangga bongkar muat. Jika dilakukan perebusan TBS, maka setiap unit ketel dengan kapasitas 10 keranjang lori akan dihasilkan 2,5 – 3,0 ton air kondensat dan 0,25-0,50 ton uap air. Untuk menjaga agar air kondensat rebusan dan uap air tidak tergenang di bawah ketel rebusan, perlu dipasang cerobong pembuangan uap (*blowdown steam silencer*) dengan jarak tertentu dari ketel, dan pipa pembuangan air kondensat sehingga lantai di sekitar stasiun rebusan selalu kering dan bersih.

Penebahan berbentuk tromol berputar yang dilengkapi dengan talang pengumpan (*auto feeder*), yang mengumpankan buah secara teratur ke dalam tromol. Sebaiknya penebah menerima tandan buah rebus dalam jumlah yang tetap dan teratur sesuai dengan kapasitas olah, sehingga tandan buah kosong akan diangkat dengan elevator dan diawasi agar tandan tidak jatuh ke lantai atau keluar selama pengangkutan ke tanur bakar.

Peremasan merupakan pemisahan minyak dari daging buah. Buah diaduk dalam bejana silindris tegak selama beberapa waktu dengan pemanasan pada suhu tinggi. Peremasan dapat berlangsung dengan baik jika massa remasan yang masuk ke dalam kempa tidak terdapat buah yang masih utuh, dan pengaliran cairan kelihatan lancar dan suhu dipertahankan mendekati titik didih air.

Pengempaan bertujuan untuk mendapatkan minyak yang maksimum sehingga kehilangan sekecil mungkin. Tekanan kempa dan umpan yang masuk perlu diawasi

agar tidak terjadi perubahan atau persentase biji pecah, dan peralatannya tetap dalam keadaan bersih karena tidak kelebihan beban. Pemisahan minyak dari cairan dan lumpur dilakukan secara terus menerus dalam suatu bak yang terdiri dari tiga sekat. Sekat pertama sebagai tempat pemanasan minyak mentah dengan uap langsung, sekat kedua yang lebih panjang merupakan tempat pengendapan secara statis, dengan waktu pengendapan selama 1-1,5 jam dan sekat ketiga adalah pengeluaran lumpur/drab. Sisa minyak masih dikutip dalam alat sentrifuse dengan menggunakan gaya sentrifugal yang cukup besar antara 5.000-7.000 rpm. Pada prinsipnya unit proses yang dijumpai pada stasiun ekstraksi, stasiun klarifikasi, dan stasiun biji/inti perlu diatur jumlah umpan yang masuk, penambahan air pengencer agar sesuai dengan kapasitas unit proses, sehingga selama pengoperasian dapat dijaga kebersihan lingkungan pabrik tanpa ceceran, tumpahan dan kebocoran.

Dengan menyiram lantai pabrik, mengawasi masing-masing unit sesuai dengan kapasitas dan masa retensinya pada stasiun klarifikasi, melakukan pembuangan limbah secara teratur, dan segera mengganti pipa-pipa yang bocor, maka kebersihan lingkungan dapat terlaksana dengan baik dan volume limbah berkurang. Dalam waktu selama 2 jam dapat dilakukan pembersihan pabrik oleh para karyawan yang bertugas pagi hari.

#### **1.4. Pengolahan LCPKS**

Pengolahan air limbah PKS bertujuan untuk membuang atau mengurangi kandungan limbah yang membahayakan kesehatan serta tidak mengganggu lingkungan tempat pembuangannya. Proses pengolahan LPKS terdiri dari perlakuan awal dan pengendalian lanjutan. Perlakuan awal meliputi segregasi aliran, pengurangan minyak di tangki pengutipan minyak (*fat-pit*), penurunan suhu limbah dari 70-80°C menjadi 40-45°C melalui menara atau bak pendingin. Setelah segregasi aliran limbah pada PKS kapasitas olah 60 ton TBS/jam, volume air limbah yang diolah berkurang menjadi 700-750 m<sup>3</sup>/hari.

Hampir seluruh air buangan PKS mengandung bahan organik yang dapat terdegradasi. Oleh karenanya pemilihan proses biologis harus sesuai dengan

karakteristik fisik dan kimia limbah yang akan dioiah. Proses biologis dapat mengurangi konsentrasi BOD limbah hingga 90%. Dekomposisi anaerobik meliputi penguraian bahan organik majemuk menjadi asam-asam organik dan selanjutnya diurai menjadi gas-gas dan air.

Selanjutnya air limbah dialirkan ke dalam kolam pengasaman dengan waktu penahanan hidolisis (WPH) selama 5 hari. Air limbah di dalam kolam ini mengalami asidifikasi, yaitu terjadinya kenaikan konsentrasi asam-asam mudah menguap (*volatile fatty acids, VFA*) dari 1000-5000 mg/l sehingga air limbah yang mengandung bahan organik lebih mudah mengalami biodegradasi dalam suasana anaerobik. Sebelum diolah di unit pengolahan limbah (UPL) anaerobik, limbah dinetralkan terlebih dahulu dengan menambahkan kapur tohor hingga mencapai pH antara 7,0-7,5. Pengendalian lanjutan dapat dilakukan dengan proses biologis yang direkomendasi sebagai berikut :

### **1.5. Proses Biologis Anaerobik (PBA)-Aerasi Lanjut**

Penanganan ini merupakan alternatif utama yang dianjurkan dan didasarkan atas biaya pembangunan UPL yang cukup efektif dan kemampuan sistem untuk mengolah air limbah sampai mencapai baku mutu yang ditetapkan ( $BOD < 100 \text{ mg/l}$ ).

Meskipun PBA-Fakultatif memerlukan biaya operasi dan pemeliharaan yang relatif rendah, namun kemampuan untuk mengolah limbah masih lebih baik bila digunakan cara PBA-Aerasi lanjut. Disamping itu lahan yang diperlukan untuk PBA-Aerasi lanjut, sekitar 60% lebih kecil daripada pemakaian lahan keperluan PBA-Fakultatif. Penanganan PBA-Aerasi lanjut terdiri dari beberapa komponen utama berikut:

- ⊗ Peralatan pengukur aliran (baskulator atau flow monitoring)
- ⊗ Kolam pengasaman 2 unit paralel dengan WPH masing-masing 2,5 hari
- ⊗ Kolam An primer dan sekunder masing-masing 2 unit dengan WPH masing-masing selama 40 dan 20 hari
- ⊗ Kolam aerobik dengan aerasi lanjut yang dilengkapi dengan aerator permukaan dengan WPH selama 15 hari
- ⊗ Kolam pengendapan dengan WPH selama 2 hari



WPH dengan sistem ini adalah 137 hari, dengan volume kolam antara 95.900-102.750 m<sup>3</sup>. Air limbah yang dibuang dari UPL ini telah memenuhi baku mutu limbah cair sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup nomor Kep-51/Men.LH/10/1995 dengan BOD 100 mg/l dan pH 6-9. Jika limbah cair dialirkan ke areal tanaman kelapa sawit dan tidak menimbulkan dampak yang merugikan, maka biaya investasi dan pengoperasiannya berkurang antara 50-60%.

Ciri utama desain ini adalah dengan bak pengutipan minyak dengan WPH 2 jam dan susunan UPL anaerobik sebanyak 4 unit. Bak pengutipan minyak dengan kedalaman 1,5 m dibangun untuk mengutip kembali minyak dan selanjutnya limbah yang berasal dari stasiun rebusan dan klarifikasi dipisahkan alirannya dengan WPH selama 8 jam. Bak pengutipan minyak dilengkapi dengan pompa untuk mengembalikan minyak (resirkulasi) ke tempat pengumpulan. Oleh karenanya perlu dihindarkan agar air pencuci tidak dialirkan ke dalam bak pengumpul untuk mengurangi volume limbah.

## **1.6. Proses Biologis Anaerobik-Fakultatif**

Proses ini merupakan pilihan kedua yang mempunyai biaya operasi dan pemeliharaan relatif rendah. Hanya saja diperlukan energi untuk memindahkan pompa untuk mengalirkan limbah dan pembuangan lumpur. Jika kolam sudah penuh dan alirannya secara gravitasi, pemakaian energi menjadi berkurang, namun biaya operasi dan pemeliharaan secara periodik masih dibutuhkan.

Jika biaya pembebasan lahan tidak termasuk dalam pembangunan UPL tersebut, maka biaya investasi dengan cara ini sebanding dengan alternatif pertama. Proses Anaerobik-Fakultatif kurang efektif dibanding alternatif pertama, terutama pada panen puncak dan kondisi fluktuasi. Proses yang berlangsung dalam sistem ini sama dengan PBA-Aerasi lanjut. Peralatan dan komponen yang diperlukan adalah sebagai berikut :

- ⊗ Fasilitas pengukur aliran
- ⊗ Bak pengutipan minyak, 1 unit dengan WPH selama 2 jam
- ⊗ Kolam pengasaman 2 unit paralel dengan WPH selama 2,5 hari



- ⊗ Kolam anaerobik primer dan sekunder, masing-masing 2 unit dengan WPH berturut-turut selama 40 dan 20 hari
- ⊗ Kolam fakultatif 1 unit dengan WPH selama 15 hari
- ⊗ Kolam alga/aerobik 3 unit dengan WPH masing-masing 7 hari
- ⊗ Bak penampung dan pengering lumpur

## 1.7. Proses Biologis Anaerobik-Fakultatif

Proses biologis dan aplikasi lahan (*Land Application System = LAS*) merupakan salah satu sistem yang memberikan keuntungan dalam pengolahan limbah. Limbah yang diolah dengan cara tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan pupuk. Air limbah yang langsung keluar dari *fat-pit* tidak sesuai untuk diaplikasikan ke areal tanaman kelapa sawit, karena menimbulkan masalah terhadap lingkungan seperti timbulnya bau yang tajam, meningkatnya populasi ulat dan lalat, tertutupnya pori-pori tanah oleh padatan tersuspensi, minyak dan lain sebagainya.

Pada prinsipnya konsep pemakaian limbah ke areal tanaman kelapa sawit adalah pemanfaatan dan bukan pembuangan atau mengalirkan sewenang-wenang. Pemanfaatan ini meliputi pengawasan terhadap pemakaian limbah di areal, agar diperoleh keuntungan dari segi agronomis dan tidak menimbulkan dampak yang merugikan. Komposisi nutrisi dari LPKS sebelum dan setelah diolah disajikan pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3. Komposisi nutrisi sebelum dan setelah penanganan

Uraian	BOD (mg/l)	N (mg/l)	P (mg/l)	K (mg/l)	Mg (mg/l)
Limbah (fat-pit)	25000	500-900	90-140	1000-1975	250-340
K. An Primer	3500-5000	500-675	90-110	1000-1850	250-320
K. An Sekunder	2000-3500	325-450	62-85	875-1250	160-215
K. An Permukaan	100-200	55-80	5-15	420-670	25-55
K. Ae Lumpur/Dasar	150-300	1485	461	2378	1000
K. Pengendapan	75-125	30-70	3-15	330-650	17-40

Dengan proses biologis dalam suasana anaerobik dan aerobik, terjadi biodegradasi bahan organik menjadi senyawa asam-asam dan gas-gas, sedangkan mineral sedikit berkurang selama proses tersebut.

Dalam mengantisipasi penurunan kualitas air, Pemerintah telah mengeluarkan PP No. 20/1990 tentang pengendalian pencemaran air. Untuk itu perlu ditetapkan baku mutu limbah cair untuk aplikasi lahan.

## 1.8. Teknik Aplikasi Lahan

Pemilihan teknik aplikasi yang sesuai untuk tanaman kelapa sawit sangat tergantung kepada kondisi dan luas areal yang tersedia maupun faktor berikut :

- Jenis dan volume limbah cair, topografi lahan yang akan dialiri
- Jenis tanah dan kedalaman permukaan air tanah, umur tanaman kelapa sawit
- Luas lahan yang tersedia dan jaraknya dari pabrik, dekat tidaknya dengan air sungai atau pemukiman penduduk.

Teknik aplikasi lahan telah banyak dikembangkan di beberapa negara. Pemilihan teknik aplikasi tergantung kepada kondisi topografi areal kebun. Pusat Penelitian Kelapa sawit menganjurkan teknik aplikasi berikut :

- **Teknik penyempotan.** Limbah cair yang sudah diolah dengan PBA dengan WPH selama 75-80 hari diaplikasikan ke areal tanaman kelapa sawit dengan penyemprotan/*sprinkler* berputar atau dengan arah penyemprotan yang tetap. Kelemahan sistem ini adalah sering tersumbatnya *nozzle sprinkler* oleh lumpur yang dikandung limbah cair tersebut. Disamping itu biaya pembangunan instalasi sistem *sprinkler* relatif mahal.
- **Teknik parit dan teras.** Dengan membuat konstruksi di antara baris pohon yang dihubungkan dengan saluran parit yang dapat mengalirkan limbah dari atas ke bawah dengan kemiringan tertentu. Pertama-tama limbah cair dipompakan ke bawah dan masing-masing teras atau *flatbed* diisi sampai ke tempat yang paling rendah. Dengan teknik pengaliran ini, secara periodik lumpur yang tertinggal pada *flatbed* dikuras agar tidak tertutup lumpur.

- **Teknik parit atau alur.** Teknik seperti ini dilakukan dengan memompakan limbah ke tempat yang tinggi, lalu dialirkan ke bawah dengan kemiringan tertentu di dalam alur. Parit dibangun dengan kedalaman dan lebar tertentu. Kecepatan aliran diatur agar perlahan-lahan untuk memungkinkan perkolasi ke dalam tanah. Dengan aliran lambat juga erosi dapat dicegah. Teknik aplikasi seperti ini biayanya lebih murah, tetapi masalah yang ditimbulkan ialah distribusi aliran tidak sama rata, kemiringannya terbatas, dan akhirnya parit tertimbun lumpur.
- **Teknik traktor-tangki.** Limbah cair dari UPL diangkut ke lapangan dengan menggunakan tangki yang ditarik oleh traktor. Limbah cair diaplikasikan dengan bantuan pompa sentrifugal yang dihubungkan dengan lobang (*chasis*) ke tangki. Traktor berjalan pada jalan pikul dan limbah disemprotkan sepanjang baris pohon tempat pelepah yang dipangkas.

Pada saat ini di Indonesia PBA-Aplikasi Lahan digunakan dengan teknik parit dan teras, maupun teknik parit panjang-alur. Volume limbah cair yang dialirkan disesuaikan dengan curah hujan sepanjang tahun dan kandungan unsur hara terkandung. Dasar desain proses disajikan pada gambar 5.7. Hasil penelitian di Malaysia menunjukkan adanya kenaikan produksi TBS hingga 24% dengan mengaplikasikan limbah ke tanaman kelapa sawit. Kecepatan optimum aplikasi adalah sekitar 36 cm curah hujan per tahun. Namun karena kondisi tanah yang berbeda, dapat dilakukan percobaan untuk menentukan frekuensi aplikasinya per tahun. Di Indonesia dengan dosis 15,2 cm curah hujan per tahun dengan frekuensi aplikasi sekali dalam dua bulan dan dosis pupuk 50% dari rekomendasi pemberian, menunjukkan adanya kenaikan produksi antara 10-15%. Percobaan ini dilaksanakan oleh Pusat Penelitian Kelapa Sawit bekerjasama dengan PT Perkebunan.

Luas areal kebun yang dapat menampung limbah PKS kapasitas olah 30 ton TBS/jam sebanyak 600 m<sup>3</sup>/jam atau 180.000 m<sup>3</sup>/tahun disajikan pada Tabel 5.4.

Aplikasi limbah cair dengan kecepatan aliran yang optimum tanpa pemupukan, memberikan produksi yang lebih tinggi daripada areal tanaman kelapa sawit yang dipupuk. Kenaikan produksi tersebut berkaitan dengan pengaruh nutrisi terkandung di dalam air limbah. Keuntungan pemanfaatan limbah cair PKS secara umum adalah seperti berikut :

- Memperbaiki struktur fisik tanah
- Meningkatkan aerasi, peresapan, retensi, dan kelembaban
- Meningkatkan perkembang-biakan dan perkembangan akar
- Meningkatkan kandungan organik tanah, pH tanah, dan kapasitas tukar kation tanah
- Meningkatkan populasi mikroflora dan mikrofauna maupun aktivitasnya

Tabel 5.4. Luas areal kebun yang diaplikasikan dengan volume LPKS 600 m<sup>3</sup>/hari

Teknik	Dosis limbah (Cm REY)	Frekuensi aplikasi per tahun	Luas areal (Ha/tahun)
<i>Sprinkler</i>	2,5	6	720
<i>Flatbed</i>	10	6	180
<i>Longbed</i>	6	6	300
<i>Furrow</i>	15	6	120
<i>Tractor/Tanker</i>	10	6	15

Untuk menentukan kecepatan aliran yang optimum ke areal tanaman, terlebih dahulu dilakukan pengamatan tentang kondisi lokasi dan lingkungan lahan setempat oleh para pakar agronomi di Indonesia.

Pertama-tama ditentukan curah hujan per tahun, kebutuhan nitrogen oleh tanaman dan jenis aplikasinya. Sebagai indikator pembatas aplikasi adalah jumlah maksimum nitrogen sebanyak 650 kg/ha/tahun untuk tanaman kelapa sawit, dan 160 kg/ha/tahun untuk tanaman karet.

## 2. PEMANFAATAN LIMBAH PADAT PKS

Sektor agribisnis kelapa sawit di Indonesia tercatat memiliki perkembangan yang sangat pesat. Hal ini terlihat dari luas areal kelapa sawit dan produksi minyak sawit mentah (MSM) yang meningkat tajam sejak tahun 1968 sampai dengan tahun 1997. Pada periode 1968 - 1997 tersebut, luas areal kelapa sawit meningkat hampir

21 kali lipat, yaitu dari 120.000 ha pada tahun 1968 menjadi 2.516.079 ha pada tahun 1997. Produksi MSM meningkat hampir 30 kali lipat, yaitu dari 181.000 ton pada tahun 1968 menjadi 5.380.447 ton pada tahun 1997. Jumlah pabrik kelapa sawit (PKS) juga mengalami peningkatan, yaitu dari 135 unit pada tahun 1995 menjadi kurang lebih 214 unit pada tahun 1999. *Oil World* memproyeksikan bahwa produksi MSM Indonesia akan menyamai Malaysia pada tahun 2005 dan selanjutnya Indonesia akan menjadi produsen nomor satu dunia (Ditjenbun, 1996).

Dalam proses pengolahan TBS menjadi MSM dihasilkan sisa produksi (*by product*) berupa limbah padat dan cair. Setiap ton tandan buah segar (TBS) yang diolah di pabrik akan menghasilkan 220 kg TKS, 670 kg limbah cair, 120 kg serat mesocarp, 70 kg cangkang, dan 30 kg *palm kernel cake* (Singh *et al.*, 1990). Tandan kosong sawit (TKS) yang dihasilkan antara 22 – 23 % dari jumlah TBS yang diolah (Singh, 1994). Pada tahun 1999 di Indonesia diperkirakan terdapat sekitar 2,7 juta ton TKS (Lubis, Guritno, dan Darnoko, 1994).

Limbah padat TKS biasanya dibakar dalam *incenerator* dan abunya yang mengandung kalium cukup tinggi dapat dipakai sebagai sumber kalium. Pembakaran TKS tersebut mulai ditinggalkan untuk mengurangi dampak polusi udara akibat asap hasil pembakaran. Disamping itu, penggunaan abu TKS sebagai pupuk di pembibitan kelapa sawit dilaporkan belum memberikan hasil yang memuaskan. Chan dan Suwandi (1985) melaporkan bahwa pemberian abu TKS hingga 400 g/bibit dapat meningkatkan hara tanah, tetapi tidak berpengaruh terhadap peningkatan pertumbuhan bibit. Sedangkan peningkatan produksi kelapa sawit akibat pengaruh aplikasi abu TKS tidak banyak dilaporkan.

Berbagai penelitian telah dilakukan dalam upaya meningkatkan nilai tambah TKS menjadi produk-produk yang lebih berguna, di antaranya adalah produksi pulp dan kertas, sumber energi alternatif melalui proses gasifikasi, bahan pengisi plastik terdegradasi, serat rayon, briket arang, bahan insulasi, dan kompos (Arya, 1998; Goenadi *et al.*, 1998; Guritno *et al.*, 1995; Schuchardt *et al.*, 1998; Susanto dan Budhi, 1997; Wiryosentono dan Guritno, 1998). Salah satu potensi TKS yang cukup besar adalah sebagai bahan pembenah tanah dan sumber hara bagi tanaman. Potensi ini didasarkan pada materi TKS yang merupakan bahan organik dengan



kandungan hara yang cukup tinggi. Tandan kosong kelapa sawit mengandung 42,8% C, 2,90% K<sub>2</sub>O, 0,80% N, 0,22% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0,30% MgO dan unsur-unsur mikro antara lain 10 ppm B, 23 ppm Cu, dan 51 ppm Zn (Singh *et al*, 1990). Pemanfaatan TKS sebagai bahan pembenah tanah dan sumber hara ini dapat dilakukan dengan cara aplikasi langsung sebagai mulsa dan kompos TKS.

## 2.1. Aplikasi Langsung TKS Sebagai Mulsa

### 2.1.1. Ketersediaan, Frekuensi, dan Dosis

Ketersediaan TKS cukup besar sejalan dengan peningkatan jumlah dan kapasitas pabrik kelapa sawit (PKS) untuk menyerap TBS yang dihasilkan. Potensi TKS yang dihasilkan oleh PKS per tahun dan luasan kebun yang dapat diaplikasi TKS disajikan pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5. Potensi TKS yang dihasilkan oleh pabrik kelapa sawit

Kapasitas Pabrik (ton/jam)*	TKS (ton/th)**	Luasan yang dapat diaplikasi TKS (ha/th)***
30	31.200	780
45	46.800	1.170
60	62.400	1.560

Keterangan: \* = jam kerja pabrik 20 jam per hari, hari kerja dalam 1 tahun = 260 hari  
 \*\* = 20% TBS merupakan TKS  
 \*\*\* = dosis 40 ton TKS/ha

Aplikasi TKS di lapangan dilakukan dengan menyebarkannya secara merata (satu lapis) pada gawangan mati. Frekuensi aplikasi sekali setahun, umumnya dilakukan bersamaan dengan pemupukan pertama. Berdasarkan hasil percobaan pada tanah *Psammentic Paleudult*, dosis optimum TKS adalah 40 ton/ha ditambah dengan pemberian pupuk urea dan *rock phosphate* (RP) sebanyak 60% dari dosis standar kebun (Siahaan, 1997). Percobaan di Malaysia menunjukkan bahwa dosis optimum aplikasi TKS pada *inland* adalah 37 ton/ha ditambah dengan 444 kg ZA dan 222 kg RP, sedangkan pada *coastal land* adalah 27 ton/ha ditambah dengan 122 kg urea dan 34 kg *rock phosphate* (Loong *et al* dalam Tang *et al*, 1999).



### 2.1.2. Pengaruh TKS terhadap sifat fisik dan kimia tanah

Pada percobaan yang dilakukan di laboratorium, aplikasi TKS ditambah dengan urea dan kapur memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan kandungan K dan Ca, tetapi tidak memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan kadar N, Mg, pH dan C setelah inkubasi 5 bulan (Fadli *et al*, 1993). Pemberian pupuk urea dan kapur dilaporkan dapat merangsang aktivitas mikrobia tanah dengan melihat pengaruhnya yang nyata terhadap jumlah CO<sub>2</sub> terevolusi sampai masa inkubasi 4 bulan.

Beberapa percobaan lapangan aplikasi TKS sebagai mulsa di perkebunan kelapa sawit telah banyak dilakukan pada beberapa jenis tanah. Perhatian utama aplikasi TKS tersebut ditujukan pada pengembalian hara yang terangkut melalui panen dan penambahan bahan organik ke areal perkebunan kelapa sawit. Penambahan bahan organik diperlukan untuk mencegah degradasi kualitas lahan akibat penurunan kandungan bahan organik tanah, terutama pada lahan-lahan yang telah ditanami kelapa sawit selama 2 - 3 siklus tanam. Penurunan kandungan bahan organik tanah yang terus menerus akan mengakibatkan penurunan kualitas lahan, terutama pada penurunan kemantapan agregat tanah. Peningkatan kandungan bahan organik dapat meningkatkan *Water Holding Capacity* dan aerasi tanah. Selain mengembalikan bahan organik, TKS juga berpotensi untuk menambah hara. Kandungan hara dalam TKS tergolong cukup tinggi. Satu ton TKS setara dengan ± 3 kg urea, 0,6 kg *rock phosphate*, 12 kg MoP, dan 2 kg kiserit (Ebor *dalam* Loong *et al*, 1987).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh PPKS di kebun Sungai Buatan PT Perkebunan Nusantara V pada tanah *Psamentic Paleudult* menunjukkan bahwa secara umum aplikasi TKS yang dikombinasikan dengan beberapa tingkat dosis pemupukan standar kebun dapat meningkatkan kadar hara (N, P, K, Ca, Mg) dan KTK tanah (Siahaan *et al*, 1997). Bahan organik tanah juga cenderung meningkat, yang nampak dari peningkatan kadar C organik tanah.

### 2.1.3. Pengaruh Aplikasi TKS Terhadap Produksi TBS

Perbaikan sifat tanah yang diperoleh dari aplikasi TKS secara umum berpengaruh terhadap peningkatan produksi TBS. Siahaan *et al* (1997) melaporkan bahwa peningkatan produksi TBS dimulai pada tahun kedua setelah aplikasi, baik melalui peningkatan jumlah tandan per pohon maupun rerata bobot tandan. Pada percobaan tersebut, aplikasi 40 ton TKS/ha yang dikombinasikan dengan 60% dosis pupuk urea dan RP dari standar kebun dapat meningkatkan produksi TBS sebesar 34% dari perlakuan standar (pemupukan sesuai standar kebun, tanpa aplikasi TKS).

Beberapa percobaan yang dilakukan di Malaysia pada beberapa jenis tanah juga menunjukkan peningkatan produksi TBS yang diperoleh melalui aplikasi TKS sebagai mulsa. Peningkatan yang diperoleh bervariasi antara 10 - 23% (Tabel 5.6.). Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi TKS juga bersifat spesifik lokasi, yang tercermin dari karakteristik tanah yang mempengaruhi respon kelapa sawit terhadap aplikasi TKS.

Tabel 5.6. Pengaruh aplikasi mulsa terhadap produksi TBS.

Jenis tanah dan perlakuan	Produksi	
	TBS (ton/ha/thn)	% peningkatan terhadap kontrol
<b>Seri Lunas</b> <sup>1)</sup>	(rerata 4 tahun)	
Pupuk anorganik	18,6	-
Mulsa TKS	22,9	+23
<b>Seri Akob</b> <sup>1)</sup>	(rerata selama 4 tahun)	
Pupuk anorganik	26,6	-
Mulsa TKS	31,1	+16,9
<b>Seri Rengam</b> <sup>2)</sup>	(rerata selama 4 tahun)	
Pupuk anorganik	25,7	-
Mulsa TKS	28,3	+10
<b>Seri Selangor</b> <sup>2)</sup>	(rerata 2 tahun)	
Pupuk anorganik	18.95	-
Mulsa TKS	21.90	+16

Sumber : 1) Singh, G., S. Manoharan, dan T. S. Toh (1989).

2) Loong, S. G., M. Nazeeb, A. Letchumanan, dan B. J. Wood (1989).

#### 2.1.4. Aspek Ekonomi Aplikasi TKS

Hasil analisis ekonomi yang dilakukan oleh Siahaan *et al* (1997) menunjukkan bahwa aplikasi TKS sebagai mulsa masih menguntungkan dibandingkan dengan pemupukan standar tanpa aplikasi TKS. Penerimaan tertinggi diperoleh pada perlakuan 40 ton TKS/ha/tahun yang dikombinasikan dengan 60% dosis standar urea dan RP, yaitu 35% lebih tinggi dibandingkan dengan penerimaan pada pemupukan standar kebun.

Komponen biaya terbesar pada aplikasi TKS sebagai mulsa adalah biaya pengangkutan dan penebaran di gawangan, yaitu untuk dosis 20, 40, dan 60 ton TKS/ha/tahun berturut-turut mencapai 57, 114, dan 172 % dari biaya pemupukan pada perlakuan pemupukan standar tanpa aplikasi TKS. Perbandingan komponen biaya pada perlakuan pemupukan standar dengan aplikasi 40 ton TKS per ha yang dikombinasikan dengan 60% dosis standar urea dan *rock phosphate* dicantumkan pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7. Perbandingan komponen biaya yang diperlukan pada perlakuan pemupukan standar dengan perlakuan aplikasi TKS + 60% dosis urea dan RP standar

Uraian	Pemupukan Standar	Aplikasi 40 ton TKS/ha + 60% dosis pupuk urea dan <i>rock phosphate</i> standar kebun
	Unit /ha	Unit /ha
- urea	250 kg	150 kg
- RP	250 kg	150 kg
- MOP	286 kg	0
- kiserit	143 kg	0
- pengangkutan pupuk	929 kg	300 kg
- pengangkutan TKS	0	40.000 kg
- aplikasi pupuk	12 HK	6 HK
- aplikasi TKS	0	20 HK

Sumber ; Siahaan *et al.* (1997)

Perbedaan cukup besar terdapat pada komponen tenaga kerja, yaitu 12 HK per ha pada pemupukan standar dan 26 HK per ha pada aplikasi 40 ton TKS per ha + 60% dosis standar urea dan RP. Meskipun masih menguntungkan, namun kendala di lapangan dalam aplikasi TKS cukup banyak, di antaranya adalah transportasi dan pendistribusian di lapangan yang membutuhkan biaya dan tenaga kerja yang cukup tinggi. Dengan demikian biaya transportasi per unit hara dalam aplikasi TKS secara langsung cukup besar. Mekanisasi dalam transportasi dan distribusi TKS di lapangan menjadi salah satu alternatif yang mungkin untuk dilakukan dalam upaya efisiensi biaya dan tenaga kerja dalam aplikasi TKS sebagai mulsa di perkebunan kelapa sawit (Suwandi, Purba dan Ariana, 1991). Alternatif lain untuk memperkecil biaya transportasi per unit hara dalam TKS adalah melalui pengomposan.

## **2.2. Kompos TKS**

Pengomposan merupakan salah satu cara untuk meningkatkan nilai hara dan menurunkan volume TKS (Harada *et al* dalam Darnoko *et al*, 1993). Dengan demikian biaya transportasi per unit hara yang tinggi pada aplikasi TKS secara langsung dapat dikurangi. Disamping itu pemanfaatan TKS sebagai bahan baku kompos juga akan menjawab permasalahan akibat menumpuknya TKS di pabrik, memberi tambahan keuntungan pada pabrik kelapa sawit (PKS) dari penjualan kompos, dan menurunkan biaya penggunaan pupuk anorganik. Penanganan TKS menjadi kompos relatif lebih mudah karena TKS telah terkumpul di tempat tertentu dalam lingkungan PKS.

Kompos yang telah matang ditandai dengan nisbah C/N sebesar  $\pm 10$ . Proses pengomposan ini memerlukan waktu yang cukup lama, yaitu sekitar 6 bulan. Lamanya proses dekomposisi TKS karena limbah tersebut banyak mengandung lignoselulosa yang sulit didekomposisi. TKS mengandung 45,95 % selulosa, 16,49 % hemiselulosa, dan 22,84 % lignin (Tabel 5.8.) Perlakuan fisika (pengurangan ukuran, pemanasan) dan perlakuan kimia (penambahan asam atau basa) merupakan perlakuan pendahuluan untuk delignifikasi limbah kelapa sawit ini. Penambahan unsur hara, penambahan inokulum perombak lignin dan selulosa, perbaikan aerasi,

pengaturan kelembaban merupakan usaha-usaha yang dapat dilakukan untuk mempersingkat waktu pengomposan (Huan *dalam* Darnoko *et al*, 1993).

Tabel 5.8. Komposisi kimia tandan kosong kelapa sawit.

Komponen	Dasar kering (%)
Selulose	45,95
Hemiselulose	22,84
Lignin	16,49
Abu	1,23
Nitrogen	0,53
Minyak	2,41

Sumber : Darnoko *et al* (1993)

Beberapa percobaan untuk mempercepat proses pengomposan TKS telah dilakukan. Thambirajah *et al.* (1995) telah melakukan pengomposan TKS dengan menambahkan kotoran hewan (sapi, kambing, dan ayam) sehingga dapat menurunkan rasio C/N TKS dari 52 menjadi 12 – 24 setelah 60 hari pengomposan. Goenadi *et al.* (1998) melakukan pengomposan TKS dengan menambahkan inokulum (bioaktivator OrgaDec) dan dapat menurunkan rasio C/N TKS dari 52 menjadi 13 setelah 28 - 30 hari pengomposan. Schuchardt *et al.* (1998) di Pusat Penelitian Kelapa Sawit telah melakukan pengomposan TKS dengan penambahan urea tanpa penambahan inokulum. Penelitian yang dilakukan dalam skala 8 ton TKS per *heap* ukuran 1,5 x 1 x 10 m<sup>3</sup> tersebut menunjukkan bahwa rasio C/N dari TKS dapat diturunkan dari 50 menjadi 16 dalam waktu delapan minggu (56 hari).



Tabel 5.9. Kelebihan dan kekurangan pada TKS utuh, TKS yang dirajang, kompos TKS tanpa perajangan, dan kompos TKS dengan perajangan.

Jenis	Kelebihan	Kekurangan
TKS utuh	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biaya rendah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volume dan massa TKS yang besar pada pengangkutan</li> <li>• Penanganannya sulit pada perkebunan (berat, sulit ditangani)</li> <li>• Bahaya hama dan penyakit (<i>Ganoderma</i>, dll)</li> <li>• Tidak memungkinkan untuk didistribusikan secara teratur</li> <li>• Degradasi lambat</li> <li>• Menjadi penghambat pada area perkebunan</li> </ul>
TKS yang dirajang	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktur yang homogen</li> <li>• Penanganannya mudah</li> <li>• Memungkinkan untuk mekanisasi penyebarannya di perkebunan (dengan <i>blower</i>)</li> <li>• Memungkinkan untuk didistribusikan secara teratur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biaya yang lebih tinggi dibandingkan TKS utuh (membutuhkan mesin perajang)</li> <li>• Volume dan massa TKS yang besar pada pengangkutan</li> <li>• Bahaya hama dan penyakit (<i>Ganoderma</i>, dll)</li> </ul>
Kompos TKS tanpa perajangan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biaya yang lebih rendah dibandingkan kompos TKS dengan perajangan</li> <li>• Mengurangi volume dan massa pada pengangkutan (10-50%)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktur yang tidak homogen</li> <li>• Bahaya hama dan penyakit (<i>Ganoderma</i>, dll)</li> </ul>
Kompos TKS dengan perajangan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengurangi volume dan massa pada pengangkutan (10-50%)</li> <li>• Struktur yang homogen</li> <li>• Penanganan yang mudah</li> <li>• Memungkinkan untuk mekanisasi penyebarannya di perkebunan (dengan <i>blower</i>)</li> <li>• Memungkinkan untuk didistribusikan secara teratur</li> <li>• Dapat digunakan sebagai substrat tanaman</li> <li>• Produk yang dapat dijual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biaya relatif tinggi</li> </ul>

### 2.3. BAHAN PRODUK BERSERAT

Kertas koran merupakan salah satu jenis kertas yang digunakan untuk mencetak surat kabar. Sebagai salah satu media informasi yang sangat penting, harga koran harus dapat dijangkau oleh masyarakat luas. Oleh sebab itu kertas koran tidak perlu dibuat dari pulp yang berkualitas tinggi, karena biasanya hanya sekali



pakai. Kertas koran umumnya dibuat dari pulp yang harganya murah, seperti pulp mekanis, pulp semikimia, pulp serat sekunder, dan pulp bukan kayu.

Perkembangan perkebunan kelapa sawit telah menyebabkan berlimpahnya jumlah limbah atau residu yang ditimbulkan dari perkebunan kelapa sawit. Limbah perkebunan kelapa sawit berupa pelepah kelapa sawit (PLS) dan jumlahnya sekitar 10,5 ton/ha/tahun.

Pada penelitian ini pelepah kelapa sawit dimanfaatkan sebagai bahan baku pulp kertas koran pada skala laboratorium dan skala pabrik. Pulp pelepah kelapa sawit skala pilot digunakan sebagai *furnish* (campuran serat) dalam pembuatan kertas koran skala pabrik. Pelaksanaan pembuatan pulp PLS skala pilot dilaksanakan di Balai Besar Selulosa, sedangkan pembuatan kertas skala pabrik dilakukan di PT. Uninga Bima Sakti, Sukabumi.

### 2.3.1. Sifat Fisik dan Morfologi Serat Bahan Baku

Hasil pengujian morfologi serat pelepah kelapa sawit (PLS I) tersaji pada Tabel 5.10. Panjang serat PLS rata-rata sekitar 1,87 mm. Bila dibandingkan dengan panjang serat pelepah kelapa sawit pada penelitian sebelumnya (PLS II) ternyata serat kelapa sawit dalam penelitian itu lebih panjang. Sedangkan untuk diameter serat, lumen dan tebal dindingnya hampir sama.

Tabel 5.10. Morfologi serat pelepah kelapa sawit

Parameter uji	PLS I	PLS II
Panjang serat , mm		
Minimal	0,95	0,43
Maksimal	3,60	3,04
Rata rata	1,87	1,40
Diameter serat , $\mu\text{m}$	14,63	14,47
Diameter lumen , $\mu\text{m}$	8,14	7,44
Tebal dinding , $\mu\text{m}$	3,24	3,52
Bilangan Runkel, 2W/L	0,80	0,94
Kelangsingan, L/D	127,82	96,75
Kelemasan, I/D	0,56	0,51
Rapat Massa tumpukan serpih ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	133,73	127,52

Keterangan :

PLS I : serpih pelepah yang digunakan pada penelitian ini,

PLS II : serpih pelepah yang digunakan pada penelitian sebelumnya (pembuatan kertas industri)

Rapat massa tumpukan serpih sekitar  $133,73 \text{ kg/m}^3$  lebih tinggi dibandingkan dengan rapat massa tumpukan serpih PLS II. Hal ini menunjukkan bahwa PLS I memiliki rapat massa tumpukan serpih yang lebih tinggi dan diprediksikan akan menghasilkan rendemen pulp yang lebih tinggi. Klasifikasi serpih PLS I tersaji pada Tabel 5.11. Serbuk yang dihasilkan mencapai 4,8% (termasuk kelompok normal), sehingga serpih yang dapat dimanfaatkan mencapai lebih dari 90%.

Tabel 5.11. Hasil pengujian klasifikasi serpih pelepah kelapa sawit

Ukuran serpih	Jumlah serpih, %
S1 (28 mm)	29,52
S2 (22 mm)	13,86
S3 (16 mm)	18,68
S4 (9 mm)	21,39
S5 (4,5 mm)	11,75
Serbuk	4,80

### 3.2. Komponen Kimia Bahan Baku

Pelepah kelapa sawit I yaitu pelepah yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai kandungan komponen kimia seperti abu, lignin, kelarutan dalam air dingin, kelarutan dalam air panas dan dalam NaOH 1% lebih rendah bila dibandingkan dengan pelepah kelapa sawit II yaitu pelepah yang dikirim pada tahun sebelumnya yang digunakan pada penelitian pembuatan pulp untuk kertas industri. Semakin rendah kandungan lignin dalam bahan baku semakin mudah dimasak. Sedangkan kandungan abu yang rendah akan mengurangi pergerakan pada evaporator di unit "*Chemical Recovery*". Kandungan holoselulosa dan  $\alpha$  selulosa PLS I berkisar antara 72,19.% dan 37,42% (Tabel 2.12). Kandungan holoselulosa PLS I dan II relatif sama tetapi kandungan  $\alpha$  selulosa PLS I lebih rendah daripada PLS II, hal ini kemungkinan pulp PLS I yang akan diperoleh relatif lebih rendah.

Tabel 5.14. Hasil pemutihan pulp pelepah kelapa sawit skala pilot

Nomor Contoh	Rendemen %	Derajat Putih (%GE)
20/PLS/Pilot/I,II	36,59	57,35

Keterangan : Rendemen terhadap bahan baku

### 3.4. Hasil Pengujian Sifat Fisik Lembaran Pulp Putih Skala Pilot

Berdasarkan sifat fisik pulp, kekuatan fisik pulp putih PLS ini lebih tinggi daripada persyaratan untuk pulp kraft putih kayu daun (LBKP) (Tabel 5.15).

Tabel 5.15. Sifat fisik lembaran pulp putih pelepah kelapa sawit skala pilot pada derajat giling  $\pm 40^{\circ}\text{SR}$

No.	Nomor Contoh	Indeks sobek (Nm <sup>2</sup> /kg)	Indeks retak (MN/kg)	Indeks tarik (Nm/g)
1.	20/PLS/Pilot/I,II	10,48	3,76	53,37
2.	Pulp Kraft Kayu daun (LBKP : SNI 14-6107-1999)	7,00	2,50	40,00

### 3.5. Hasil Analisa Lindi Hitam Sisa Pemasakan Skala Pilot

Pada umumnya nilai parameter dalam lindi hitam meningkat sejalan dengan bertambahnya alkali aktif dalam pemasakan PLS. Kadar padatan total lindi hitam untuk semua contoh berkisar antara 10,26 – 18,75%. Pada umumnya kadar padatan total lindi hitam dari non-kayu lebih besar dari 10% kemungkinan dapat dimanfaatkan kembali di unit pemulihan kembali bahan kimia (*chemical recovery unit*). Sisa alkali total dan sisa alkali aktif ditentukan untuk lindi hitam dengan pH di atas 9, berkisar antara 4,61 – 4,74 g/l dan 3,07 – 3,64 g/l sebagai Na<sub>2</sub>O (Tabel 5.16.). Hal ini menunjukkan bahwa sisa bahan kimia pemasak dalam lindi hitam kecil sesuai dengan proses pemasakan yang digunakannya yaitu proses semikimia. Kadar zat organik dalam padatan total lindi hitam umumnya naik dengan naiknya penggunaan alkali aktif dalam pemasakan, sedangkan kadar zat anorganik turun, kecuali contoh 20/PLS/160 dan 22/PLS/160. Massa jenis lindi hitam untuk semua contoh berkisar

antara 1,05 – 1,07. Kenaikan relatif massa jenis lindi hitam, sejalan dengan bertambahnya kadar padatan total. Viskositas lindi hitam pelepah kelapa sawit cukup tinggi bila dibandingkan dengan lindi hitam kayu umumnya (<1,5).

Tabel 5.16. Hasil analisa lindi hitam sisa pemasakan pelepah kelapa sawit skala laboratorium

No.	Nomor Contoh	Padatan Total (%)	Sisa Alkali Total	Sisa Alkali Aktif	Kadar ZatAn-organik	Kadar zat Organik	Visko-sitas (cP)	Massa Jenis	pH
			g/l sebagai Na <sub>2</sub> O		Dalam padatan total (%)				
1.	8/PLS/160	10,26	-	-	27,63	72,37	-	1,05	6,7
2.	10/PLS/160	11,75	-	-	24,75	75,25	-	1,06	8,0
3.	12/PLS/160	12,07	-	-	16,58	83,42	-	1,06	8,9
4.	20/PLS/160	18,30	4,61	3,64	24,13	75,87	3,54	1,07	10,7
5.	22/PLS160	18,75	4,74	3,07	24,74	75,26	2,62	1,07	11,4

Lindi hitam sisa pemasakan pelepah kelapa sawit proses soda dalam skala pilot dianalisa sisa bahan kimia pemasak dan sifat fisiknya seperti pada skala laboratorium. Hasil analisa lindi hitam tersaji pada Tabel 5.17.

Tabel 5.17. Hasil analisa lindi hitam sisa pemasakan pelepah kelapa sawit skala pilot

No.	Nomor Contoh	Padatan Total (%)	Sisa Alkali Total	Sisa Alkali Aktif	Kadar ZatAn-organik	Kadar zat Organik	Visko-sitas (cP)	Massa Jenis	pH
			g/l sebagai Na <sub>2</sub> O		Dalam padatan total (%)				
1.	20/PLS/Pilot/I	27,91	16,05	12,65	22,64	77,36	3,89	1,09	12,4
2.	20/PLS/Pilot/II	22,51	9,55	8,24	24,72	75,28	3,89	1,08	12,1

Dengan kondisi pemasakan pelepah kelapa sawit yang sama (No.1 dan 2), tetapi karakteristik lindi hitamnya berbeda. Ini sesuai dengan hasil pemasakannya. Kadar padatan total lindi hitam skala pilot cukup tinggi begitu pula sisa alkali total, sisa alkali aktif, massa jenis dan pHnya bila dibandingkan dengan karakteristik lindi hitam skala laboratorium. Data diatas memperlihatkan bahwa lindi hitam sisa pemasakan pelepah kelapa sawit skala pilot memungkinkan untuk dipulihkan kembali di unit *chemical recovery*.

### 3.6. Hasil Pembuatan Kertas Skala Pabrik

Hasil pengujian sifat fisik kertas koran dari campuran pulp PLS 50%, sisiran kertas koran 25% dan kertas duplikator 25% tercantum pada Tabel 5.18.

Tabel 5.18. Hasil pengujian sifat fisik dan optik lembaran kertas pelepah kelapa sawit

No.	Parameter	Satuan	Jenis Kertas Koran	
			PLS	SNI
1.	Komposisi Pulp	-	Pulp PLS 50% Sisiran Kertas Koran 25% Sisiran Kertas Duplikator 25 %	Mengandung pulp kayu mekanis dan atau pulp bukan kayu rendemen tinggi dan atau pulp kertas bekas hasil penghilangan tinta minimal 65%
2.	Gramatur	g/m <sup>2</sup>	55	45 – 55
3.	Tebal	mm	0,10	Maksimal 0,10
4.	Ketahanan tarik AM, kN/m	kgf/15mm <sup>2</sup>	3,34	Minimal 1,18 (1,8)
5.	Daya regang, AM	%	1,15	Minimal 0,7
6.	Ketahanan sobek, SM,	mN (gf)	480,54	Minimal 196 (20)
7.	Opasitas cetak d/0° (pencahayaan baur) Pencahayaan baur	%	92,84	Minimal 90 Minimal 89
8.	Derajat putih	%GE	51,01	Minimal 55

Nilai ketahanan tarik, sobek, daya regang, gramatur dan opasitas cetak kertas koran pelepah kelapa sawit memenuhi syarat nilai seperti yang tercantum dalam SNI. Sedangkan nilai derajat putihnya lebih rendah dibandingkan nilai persyaratan SNI (Tabel 5.16). Adanya nilai parameter lembaran kertas koran pelepah kelapa sawit yang tidak dapat memenuhi persyaratan SNI ini diakibatkan oleh faktor teknis di pabrik.

Rendahnya nilai derajat putih kertas koran pelepah kelapa sawit merupakan akibat dari air proses yang digunakannya kotor. Air yang dipakai di pabrik pembuat kertas koran tersebut merupakan air yang didaur ulang dengan proses sederhana sehingga pengotor air proses tidak sempurna pemisahannya dan masih terbawa dalam air proses

## 4. KESIMPULAN

- Tandan kosong sawit merupakan limbah padat PKS berpotensi tinggi sebagai bahan pembenah tanah.
- Aplikasi TKS dengan dosis yang tepat dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah dan dapat meningkatkan produksi kelapa sawit.
- Penambahan kompos TKS pada percobaan di rumah kaca meningkatkan ketersediaan hara, KTK, dan pH tanah.
- Aplikasi pupuk ditambah kompos TKS dapat meningkatkan efisiensi pemupukan.
- Pembuatan pulp semikimia pelepah kelapa sawit dengan variasi NaOH 8 – 12% dan suhu 160 °C menghasilkan pulp dengan rendemen cukup tinggi (53,56 – 55,93%).
- Kualitas kertas koran campuran antara pulp PLS 50% dan kertas bekas 50% memenuhi persyaratan SNI 14-0091 1998, kecuali derajat putihnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arya, A. 1998. Utilisation of oil palm empty fruit bunches for technical application. Proc. 1998 International Oil Palm Conference. Bali, Indonesia. 518 - 521.
- Brown, Panshin, Forsaith, 1949, Textbook of Wood Technology, Vol.I, McGraw Hill Book Company, Inc.
- Casey, J.P., 1980, "Pulp and Paper, Chemistry and Chemical Technology", Vol.I, 3<sup>rd</sup> Ed., John Wiley & Sons, New York
- Chan, F., dan Suwandi. 1985. Percobaan pemberian abu tandan pada bibit kelapa sawit. Bull. Pusat Penelitian MARIHAT. Vol 5 No.3. Hal 33-42.
- Darnoko, Z. Poeloengan, dan I. Anas. 1993. Pembuatan Pupuk Organik Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit. Buletin PPKS, 1993, 1(1), 89-99.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 1999. Statistik Kelapa Sawit 1998. Departemen Kehutanan dan Perkebunan.
- Fadli, M. L., P. Purba, R. A. Lubis, dan D. Ansyari. 1993. Kajian tingkat dekomposisi serasah tandan kosong berasal dari alat muncher pabrik kelapa sawit pada ultisol. Bull. Puslitbun MARIHAT Vol. 13 No 1. 24-37.
- Grace, T.M., Malcolm, E.W., Kocurek, M.J., "Alkaline Pulping, Volume 5, Pulp and Paper Manufacture", The Joint Textbook, Committee of the Paper Industry, Atlanta, 1989.



- Goenadi, D.H., Y. Away, Y. Sukin, H. H. Yusuf, Gunawan and P. Aritonang (1998). Teknologi produksi kompos bioaktif tandan kosong kelapa sawit. Dalam: Pertemuan teknis bioteknologi perkebunan untuk praktek, Bogor 6 -7 Mei 1998, Unit Penelitian Bioteknologi Perkebunan, Bogor.
- Guritno, P., Darnoko, P.M. Naibaho, dan W. Pratiwi. 1995. Produksi pulp dan kertas cetak dari tandan kosong sawit pada skala pilot. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 3(1): 89 - 100. K.C. Khoo and T.W. Lee, "Pulp and Paper from the Oil Palm", *Appita*, Vol. 44, No.6, hal. 385-388, November 1991
- Ibnusantosa, G., Sugesty, S., Sugiharto, A., "Teknologi Proses Pemutihan Pulp yang Berwawasan Lingkungan", Seminar Teknologi Pemutihan dengan ECF (*Elemental Chlorine Free*) Dalam Industri Pulp dan Kertas di Indonesia, Bandung, 21 Juli 1994.
- Joedodibroto, R., 1982, "Palm Plantation Residues as an Alternate Source of Cellulose Raw Material for the Pulp and Paper Industry, *Berita Selulosa Bandung*, Vol XVIII No.4
- Loong, S. G., M. Nazeeb, A. Letchumanan, dan B. J. Wood. 1989. Underplanting as a means to shorten the non-productive period of oil palm. In *Proceedings of the 1989 PORIM International Palm Oil Development Conference, Module II - Agriculture* (Jalani, S. et al., eds). Palm Oil Research Institute of Malaysia, Kuala Lumpur.
- Loong, S. G., M. Nazeeb, dan A. Letchumanan. 1987. Optimizing the Use of EFB Mulch on Oil Palms on Two Different Soils. *Proc. Of 1987 Int. Oil Palm Conf- Agriculture*.
- Lubis, A. U., P. Guritno, dan Darnoko. 1994. Prospek industri dengan bahan baku limbah padat kelapa sawit di Indonesia. *Berita PPKS Vol 2*, p203-209.
- Lubis, B., dan P.L. Tobing. 1989. Potensi pemanfaatan limbah pabrik kelapa sawit. *Bull. Perkebunan*. 20 (1) p. 49 - 56.
- Rydholm, S.A., 1976, "Pulping Processes", 2<sup>nd</sup> Ed., John Wiley & Sons, New York
- Schuchardt, F., E. Susilawati, dan P. Guritno. 1998. Influence of C/N ratio and inoculum upon rotting characteristics of oil palm empty fruit bunch. *Proc. 1998 International Oil Palm Conference*. Bali, Indonesia. 501-510.
- Siahaan, M. M., K. Pamin, dan R. Adiwiganda. 1997. Pengaruh Aplikasi Tandan Kosong Sawit Sebagai Mulsa Terhadap Produksi Tanaman Kelapa Sawit. Dalam *Prosiding Pertemuan Teknis Kelapa Sawit Dwi Bulanan 1997* (Pamin, K. et al., eds). Pusat Penelitian Kelapa Sawit Medan. 16-40.
- Singh, G., S. Manoharan, dan T. S. Toh. 1990. United plantations' approach to oil palm mill by-product management and utilisation. In J. Sukaimi et al. (Eds). *Proceeding of 1989 International Palm Oil Development Conference - Agriculture*. Palm Oil Research Institute of Malaysia, Kuala Lumpur. p.225-234.
- Singh, G., Manoharan, S dan Toh, T. S. 1989. United Plantations' approach to palm oil mill by product management and utilisation. *Proceedings of 1989 International Palm Oil Development Conference*. Palm Oil Research Institute of Malaysia, Kuala Lumpur. pp 225-234.
- Soenardi, 1974, "Hubungan antara Sifat-sifat Kayu dan Kualitas Kertas", *Berita Selulosa*, Vol.X, No.3, September 1974
- SNI.14-0496-1989, *Cara Uji Kadar Air Kayu, Pulp, Kertas dan Karton*
- SNI.14-0494-1989, *Cara Uji Bilangan Permanganat, Bilangan Kappa, dan Bilangan Klor Pulp*
- SNI.14-1030-1989, *Cara Pengambilan Contoh Pulp*
- SNI.14-1302-1989, *Cara Pengambilan Contoh Serpih untuk Pulp*

- SNI. 14-0402-1989, Kondisi Ruang Pengujian untuk Lembaran Pulp, Kertas dan Karton
- SNI. 14-0490-1989, Cara Uji Derajat Giling
- SNI. 14-0489-1989, Cara Uji Penyediaan Lembaran Pulp untuk Uji Sifat Fisik
- SNI. 14-0439-1989, Cara Uji Gramatur Kertas dan Karton
- SNI. 14-0436-1989, Cara Uji Ketahanan Sobek Kertas
- SNI. 14-0437-1989, Cara Uji Ketahanan Tarik Kertas dan Karton
- SNI. 14-0493-1989, Cara Uji Ketahanan Retak Lembaran Pulp Kertas
- SNI. 01-1303-1989, Cara Uji Holoselulosa dalam Kayu
- SNI. 19-1938-1990, Cara Uji Kelarutan Kayu dan Bukan Kayu dalam Larutan Natrium Hidroksida Satu Persen
- SNI. 01-1840-1990, Cara Uji Panjang Serat Kayu dan Bukan Kayu
- SNI. 14-1032-1989, Cara Uji Kadar Sari (Ekstrak Alkohol-Benzena)
- SNI. 14-0492-1989, Cara Uji Kadar Lignin Kayu dan Pulp (Metoda Klason)
- SNI. 14-0091-1998, Spesifikasi Kertas Koran
- Susanto, H., dan Y. W. Budhi. 1997. Pemanfaatan Tandan Kosong Sawit Sebagai Sumber Energi Alternatif Melalui Proses Gasifikasi. Dalam *Prosiding Pertemuan Teknis Kelapa Sawit Dwi Bulanan 1997* (Pamin, K. *et al.*, eds). Pusat Penelitian Kelapa Sawit Medan. 41-53.
- Suwandi, P. Purba, dan D. P. Ariana. 1991. Penggunaan Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Aplikasi di Lapangan (Suplemen). *Bull. Puslitbun Marihat*. Vol 11. No.3. Oktober 1991. 43-46.
- Tang, M. K., M. Nazeeb, dan S.G. Loong,. 1999. An Insight Into Fertilizer Types and Application Methods in Malaysian Oil Palm Plantation. *The Planter*, 75 (876):115-137. Kuala Lumpur.
- Thambirajah, J.J., M.D. Zulkali, and M.A. Hashim. 1995. Microbiological and biochemical changes during the composting of oil palm empty fruit bunch; Effect of nitrogen supplementation on the substrate. *Bioscience Technology* 52: 133 - 144.
- Wirjosentono, B. dan P. Guritno. 1998. Utilisation of oil palm empty fruit bunches as fillers for degradable plastic packagings. *Proc. 1998 International Oil Palm Conference*. Bali, Indonesia. 638 - 647.



# BAB 6

## PEMBANGUNAN INDUSTRI KELAPA SAWIT YANG BERKELANJUTAN

### 1. PENDAHULUAN

Pembangunan yang berkelanjutan merupakan istilah kunci yang menjadi acuan dunia dalam segala aspek kehidupan. Dengan menerapkan konsep pembangunan yang berkelanjutan (*sustainable development*) maka akan dicapai keseimbangan aspek ekonomi, sosial budaya dan ekologi secara serempak. Perkebunan sudah terbukti manfaatnya dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat Indonesia.

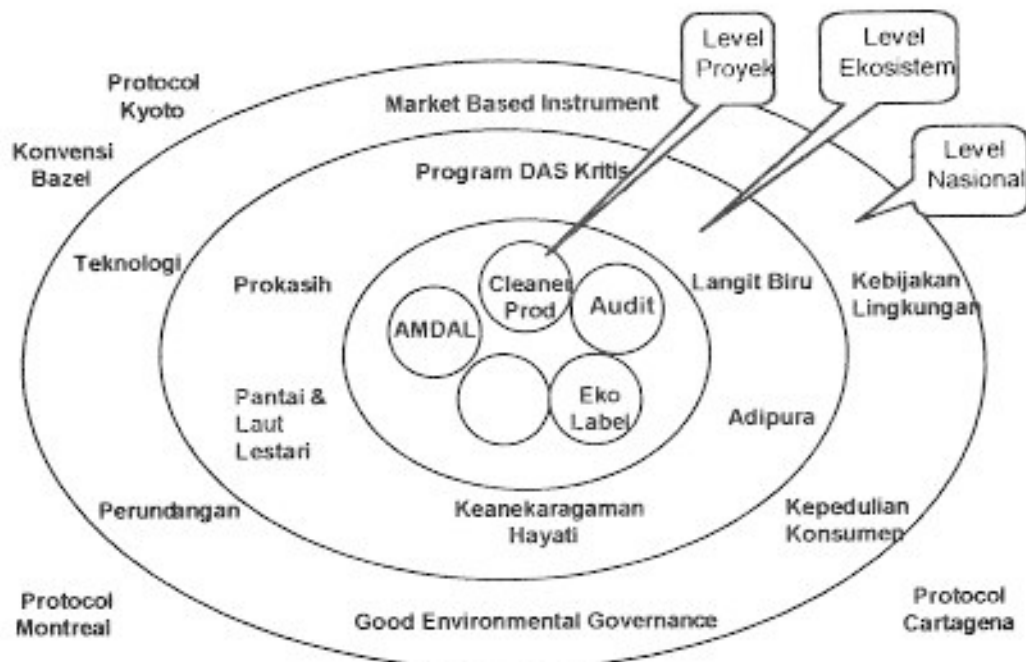
Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) masuk dari Afrika ke Indonesia pada 1848 dan mulai dikelola sebagai suatu bisnis perkebunan pada 1911. Sejak itu perkebunan kelapa sawit dikembangkan di Sumatera Utara dan ke 17 provinsi lainnya.

Diantara tanaman penghasil minyak, kelapa sawit menghasilkan minyak paling tinggi, yaitu mencapai sekitar 4 – 7 ton/ha/tahun, sehingga minyak sawit sangat efektif dalam memenuhi peningkatan permintaan minyak nabati dunia. Di lain pihak pasar untuk minyak sawit Indonesia masih terbuka lebar, mengingat konsumsi minyak dan lemak per kapita per tahun di India, Cina, Pakistan dan Korea masing-masing adalah 10,20 kg, 12,75 kg, 16,00 kg dan 17,74 kg. Sementara itu, konsumsi minyak dan lemak per kapita/tahun di Jepang, New Zealand dan Australia adalah masing-masing sebesar 21,03 kg, 28,16 kg dan 33,37 kg.

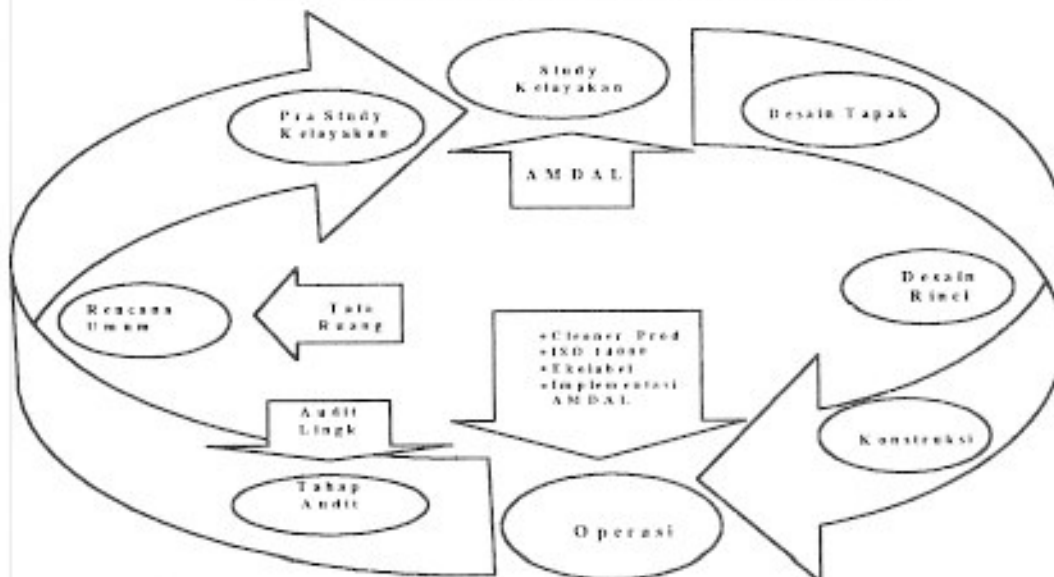
Beberapa tahun terakhir, terdengar isu bahwa pengembangan kelapa sawit erat dengan terjadinya degradasi lingkungan, yang meliputi penurunan kualitas udara, air dan tanah. Pada saat pengembangan kelapa sawit hanya ratusan hektar per tahun tidak ada pengaruh yang nyata terhadap lingkungan, namun pada saat pengembangan sudah mencapai ratusan ribu hektar per tahun berpengaruh pada kualitas lingkungan, terlebih-lebih tidak diterapkannya kultur teknis yang baik.

Berbagai usaha untuk mengurangi degradasi lingkungan pada perkebunan kelapa sawit telah dilakukan, diantaranya adalah 1) mengurangi volume limbah, 2) menurunkan daya cemar limbah dan 3) memanfaatkan limbah untuk memperoleh nilai tambah, misalnya daur ulang biomasa di kebun.

Berbagai perangkat manajemen lingkungan untuk melindungi lingkungan dan untuk mencapai industri kelapa sawit yang berkelanjutan telah dirintis, seperti diantaranya adalah AMDAL ekolabelling, *cleaner production*, Standar ISO 14000 dan audit lingkungan.



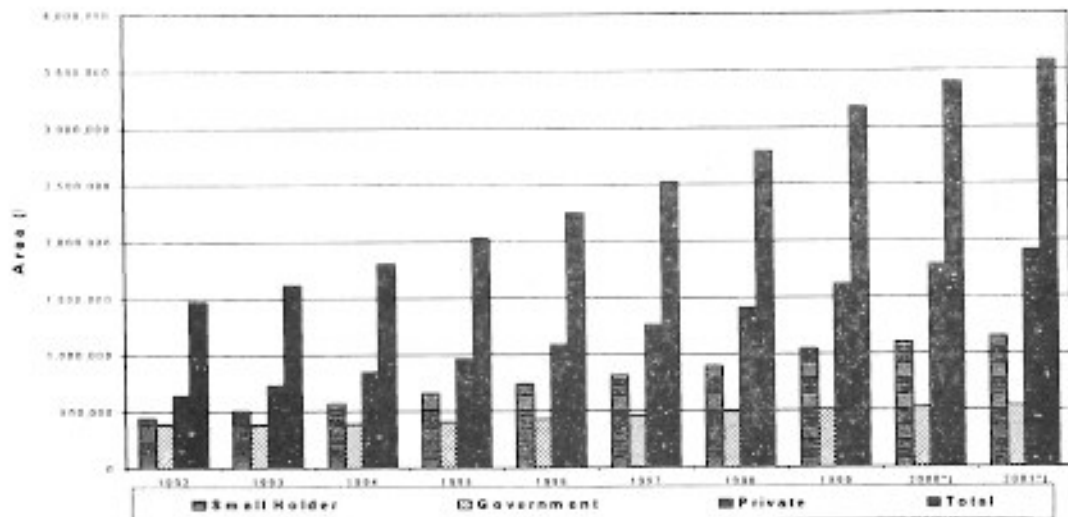
Gambar 6.1. Perangkat manajemen lingkungan



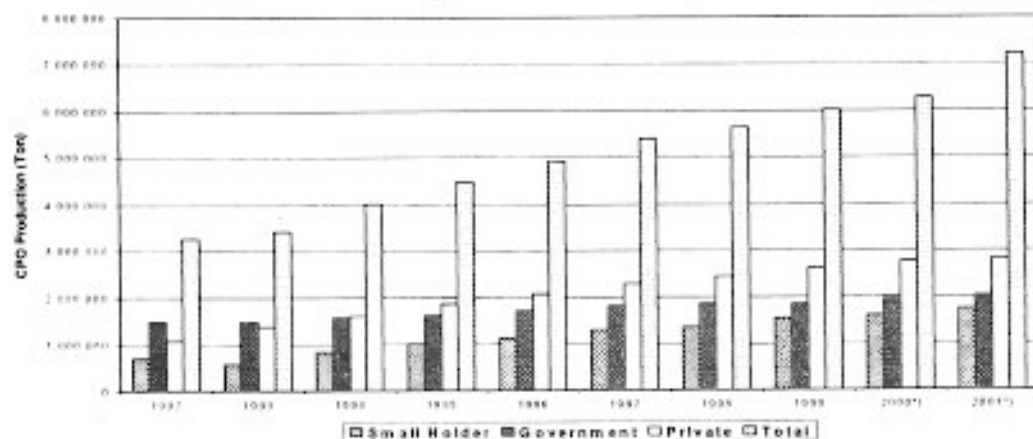
Gambar 6.2. Tahapan penerapan perangkat manajemen lingkungan

## 2. KONDISI INDUSTRI PERKEBUNAN KELAPA SAWIT SAAT INI

Pada 2001 total luas areal tanaman kelapa sawit Indonesia mencapai 3,58 juta hektar, dengan produksi minyak sawit sebesar 7,2 juta ton (Gambar 6.3. dan Gambar 6.4.). Pada saat ini Indonesia menempati peringkat dua dunia sebagai produsen minyak sawit setelah Malaysia (11 ton minyak sawit pada 2001) (Gambar 6.5.), walaupun total luas areal kelapa sawit kedua negara ini hampir sama. Luas areal tanaman kelapa sawit Indonesia masih akan bertambah dalam beberapa tahun mendatang dan diperkirakan pada 2010, Indonesia akan menjadi negara produsen minyak sawit dunia terbesar.



Gambar 6.3. Perkembangan luas areal kelapa sawit di Indonesia

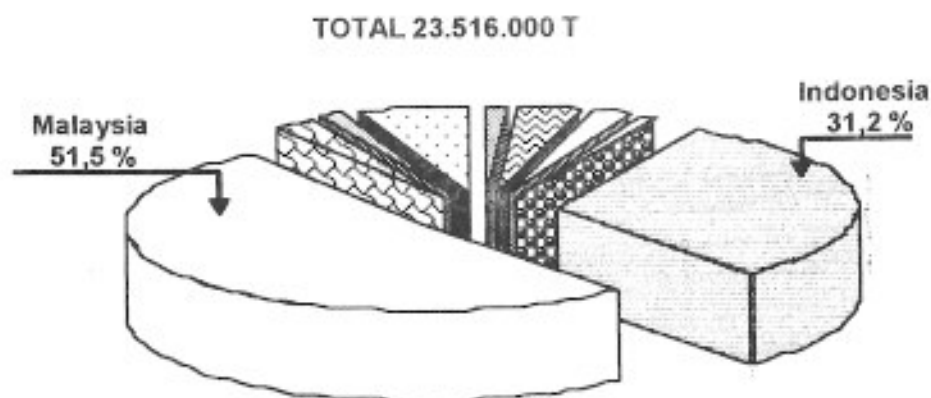


Gambar 6.4. Perkembangan produksi minyak sawit di Indonesia

### 3. INDUSTRI KELAPA SAWIT YANG BERKELANJUTAN

Banyak definisi tentang pertanian berkelanjutan yang telah dikemukakan, namun salah satu definisi menyebutkan bahwa pertanian yang berkelanjutan adalah yang produktif, kompetitif dan efisien, serta pada saat yang sama dapat melindungi dan memperbaiki kondisi lingkungan alam dan masyarakat lokal. Berdasarkan definisi tersebut, maka industri kelapa sawit yang berkelanjutan paling tidak harus memenuhi tiga prinsip utama yaitu:

1. Melindungi dan memperbaiki lingkungan alam (*Environmentally sound*)
2. Laid secara ekonomi (*Economically viable*)
3. Diterima secara sosial (*Socially accepted*)



Gambar 6.5. Produksi minyak sawit dunia pada 2001

Untuk mencapai hasil yang diharapkan maka ketiga prinsip tersebut harus dilaksanakan secara terpadu. Sebagai contoh siklus tanam perkebunan kelapa sawit minimum 25 tahun, dengan demikian maka kerangka berkelanjutan harus berlangsung minimal selama 25 tahun.

Untuk mencapai industri kelapa sawit yang berkelanjutan diperlukan penerapan standar ISO 14000 dengan konsisten. Perlu ditekankan bahwa penerapan ISO 14000 ini seharusnya bukan merupakan beban, akan tetapi justru



sebagai investasi bagi perusahaan untuk meraih keuntungan yang lebih besar akibat penerimaan konsumen yang lebih baik terhadap produk yang telah disertifikasi.

#### **4. ANALISIS MENGENAI DAMPAK LINGKUNGAN (AMDAL) PADA INDUSTRI KELAPA SAWIT**

Pasal 15 Undang-undang Republik Indonesia No. 23 tahun 1997 menyatakan bahwa setiap rencana usaha dan/atau kegiatan yang kemungkinan menimbulkan dampak besar dan penting terhadap lingkungan hidup, wajib memiliki analisis mengenai dampak lingkungan (AMDAL).

Analisis mengenai dampak lingkungan hidup di satu sisi merupakan bagian studi kelayakan untuk melaksanakan suatu rencana usaha atau kegiatan, di sisi lain merupakan syarat yang harus dipenuhi untuk mendapatkan izin melakukan usaha atau kegiatan. Berdasarkan analisis ini dapat diketahui secara lebih jelas dampak besar dan penting terhadap lingkungan hidup, baik dampak negatif maupun dampak positif yang akan timbul dari usaha atau kegiatan perusahaan sehingga dapat dipersiapkan langkah untuk menanggulangi dampak negatif dan mengembangkan dampak positif.

Kehadiran kebun kelapa sawit dan pabrik pengolahannya ternyata menimbulkan dampak positif dan negatif. Pada proses pengolahan tandan buah sawit (TBS) menjadi minyak sawit (CPO), akan menghasilkan limbah dalam bentuk padat, cair maupun gas. Limbah tersebut dapat menyebabkan penurunan kualitas lingkungan di sekitar pabrik.

Berbagai perusahaan telah memiliki dokumen AMDAL dan sertifikat ISO 14001, namun ternyata perusahaan tersebut masih mempunyai masalah dengan lingkungan. Hal tersebut dapat terjadi karena penerapan AMDAL atau ISO 14001 masih kurang baik.

##### **4.1. Dokumen Studi AMDAL**

Dokumen studi AMDAL terdiri dari empat dokumen yaitu, Kerangka acuan (KA. ANDAL), ANDAL, Rencana Pengelolaan Lingkungan (RKL), dan Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL).

#### **4.1.1. Kerangka Acuan (KA-ANDAL)**

Di dalam KA ANDAL telah ditetapkan isu pokok yang disusun oleh para pakar lingkungan dan pemrakarsa, aspek lingkungan yang akan ditelaah, metoda analisis dan data dampaknya, dan lain sebagainya. Kerangka acuan dapat disusun dalam tiga cara :

- a) Pemrakarsa bersama-sama dengan komisi yang bertanggung jawab
- b) Pemrakarsa dengan konsultan AMDAL
- c) Pemrakarsa, konsultan AMDAL dan instansi yang bertanggung jawab

Penyusunan KA didasarkan atas hasil pelingkupan dari awal studi AMDAL, untuk menetapkan dampak penting atau dampak utama dari proyek yang akan dibangun. Setelah dampak penting hasil pelingkupan ditetapkan dan adanya saran dari instansi yang bertanggung jawab, maka ditetapkan komponen lingkungan yang akan terkena dampak dan parameter dari komponen tersebut yang akan diukur. Daftar komponen lingkungan yang terdapat dalam pedoman penyusunan AMDAL di Indonesia adalah seperti berikut :

##### **1) Iklim**

- 1.1. Tipe iklim, suhu, kelembaban, curah hujan, angin dan lain-lain
- 1.2. Data periodik bencana (banjir tahunan, angin ribut, dll)
- 1.3. Kualitas udara
- 1.4. Sumber kebisingan dan getaran

##### **2) Fisiografi**

- 2.2. Topografi
- 2.3. Stabilitas geologis tanah
- 2.4. Bentuk lahan dan batuan secara geologis

##### **3) Hidrologi**

- 3.1. Karakteristik fisik sungai, danau, rawa
- 3.2. Rata-rata debit
- 3.3. Kadar sedimentasi

##### **4) Ruang, lahan dan tanah**

- 4.1. tata guna lahan
- 4.2. rencana pengembangan wilayah

4.3. kemungkinan konflik dengan tataguna lahan yang telah ada

#### **5) Flora dan fauna**

5.1. Flora

a) Komunitas tumbuhan    b) Komunitas tumbuhan yang unik

5.2. Fauna

a) Penyebaran, migrasi dan kepadatan populasi hewan yang dianggap penting

b) Penyebaran dan kepadatan populasi hewan invertebrata

c) Perikehidupan hewan penting

d) Habitat hewan penting

#### **6) Aspek Sosial-budaya dan sosial-ekonomi**

6.1. Rona lingkungan umum mengenai sosial-budaya dan sosek.

6.2. Keperluan pemukiman bagi tenaga kerja dari proyek

6.3. Sikap dan tanggapan masyarakat terhadap proyek

6.4. Hubungan timbal balik antara kegiatan masyarakat saat ini dan masa yang akan datang.

#### **4.1.2. Analisis Dampak Lingkungan (ANDAL)**

Ringkasan studi ANDAL, langsung mengemukakan masukan penting yang bermanfaat bagi pengambilan keputusan, perencana, dan pengelola rencana usaha atau kegiatan. Mudah dipahami isinya oleh semua pihak, termasuk masyarakat dan memuat uraian singkat mengenai rencana usaha pada tahap prakonstruksi, konstruksi maupun pasca konstruksi (operasi dan pengelolaan).

**Dampak Fisik dan Kimia.** Dampak dari suatu proyek pembangunan perkebunan dan pabrik pengolahan kelapa sawit pada aspek fisik dan kimia dapat dibagi ke dalam lima kelompok dampak yaitu : Kebisingan, Kualitas udara, Kualitas dan kuantitas air, Iklim atau cuaca, dan Tanah.

**Dampak Biologis.** Dampak biologis yang penting untuk diperhatikan ialah dampak pada spesies yang sudah jarang atau terancam kepunahan sehingga perlu diketahui keadaannya di daerah yang diteliti. Selain spesiesnya, populasi dan penyebarannya perlu pula diketahui ciri-ciri dari tempat berkembang biaknya dan syarat yang diperlukan sebagai tempat bersarangnya, siklus hidupnya dan syarat-syarat hidup khusus yang diperlukan. Dampak biologis biasanya sangat erat hubungannya dengan terjadinya dampak atau perubahan pada tataguna

tanah. Komponen biologis yang penting antara lain : tipe vegetasi, tanaman pertanian, humus dan sersah, produksi ternak, ikan, biota air lainnya, spesies flora dan fauna yang jarang, dan spesies yang terancam punah.

**Dampak Sosial-Ekonomi.** Komponen sosial-ekonomi yang dianggap kritis ialah penyerapan tenaga kerja, timbulnya kegiatan ekonomi akibat adanya proyek pembangunan perkebunan dan pabrik pengolahannya, peningkatan pendapatan masyarakat secara langsung atau tidak langsung, perubahan lapangan kerja, kesehatan masyarakat, dan sumberdaya yang sangat langka yang dibutuhkan oleh masyarakat.

**Dampak Sosial –Budaya.** Sosial budaya adalah keadaan struktur penduduk, termasuk jumlah, kepadatan, keanekaragaman penduduk, serta pola mobilitas penduduk. Perikehidupan sehari-hari, adat-istiadat, tatacara, interaksi intra dan antar kelompok masyarakat, keanekaragaman tatanilai dan norma. Sikap, nilai dan persepsi terhadap lingkungannya. Distribusi kekuasaan, sistem stratifikasi sosial, diversifikasi dalam masyarakat, sejarah budaya yang patut dipelihara, dan lain sebagainya.

Metode pendekatan didasarkan pada keinginan baik dari pemerintah atau masyarakat, sehingga keputusan mengenai lingkungan dan nilai pendugaan dampak lingkungan akan didasarkan pada keinginan yang kuat dari pengambil keputusan dan masyarakat. Sehingga metodenya mempunyai ciri dinamika dampak yang dinilai oleh masyarakat, tidak memerlukan analisis ilmiah yang tegas, namun ditekankan pada keahlian dalam penyampaian atau komunikasi dari penyusunannya. Dalam hal ini semua pihak dapat memperdebatkan minat masing-masing, perilaku, keyakinan dan nilai-nilai yang diberikan oleh yang terkena dampak.

#### **4.1.3. Rencana Pengelolaan Lingkungan (RKL)**

Dokumen rencana pengelolaan lingkungan (RKL) merupakan pedoman yang memuat upaya-upaya mencegah, mengendalikan dan menanggulangi dampak penting lingkungan yang bersifat negatif dan meningkatkan dampak positif yang timbul sebagai akibat dari suatu rencana usaha atau kegiatan. Upaya pengelolaan lingkungan mencakup empat kelompok aktivitas yaitu :

- a). Untuk menghindari atau mencegah dampak negatif lingkungan melalui pemilihan atas alternatif, tata letak lokasi, dan rancang bangun proyek.
- b). Untuk menanggulangi, meminimisasi, atau mengendalikan dampak negatif baik yang timbul di saat usaha atau kegiatan beroperasi, hingga saat usaha atau kegiatan berakhir (misalnya rehabilitasi lokasi proyek).
- c). Meningkatkan dampak positif sehingga dampak tersebut dapat memberikan manfaat yang lebih besar baik kepada pemrakarsa maupun pihak lain terutama masyarakat yang turut menikmati dampak positif tersebut.
- d). Memberikan pertimbangan ekonomi lingkungan sebagai dasar untuk memberikan kompensasi atau sumber daya tidak dapat pulih, hilang atau rusak (baik dalam arti sosial ekonomi dan atau ekologis) sebagai akibat usaha atau kegiatan.

#### **4.1.4. Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL)**

Pemantauan merupakan bagian yang sangat penting dalam pengelolaan lingkungan. AMDAL tanpa diikuti oleh kegiatan pemantauan tidak akan memberikan hasil yang optimal. Hasil pemantauan merupakan bahan untuk mengevaluasi apakah diperlukan tindakan perbaikan atau penyempurnaan.

Pemantauan lingkungan dapat digunakan untuk memahami fenomena yang terjadi pada berbagai tingkatan. Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam penyusunan dokumen RPL yaitu :

- a) Parameter lingkungan yang dipantau hanyalah yang mengalami perubahan mendasar, atau terkena dampak penting.
- b) Keterkaitan yang akan dijalin antara dokumen ANDAL, RKL, dan RPL. Aspek yang dipantau perlu memperhatikan benar dampak penting yang dinyatakan dalam ANDAL, dan sifat pengelolaan dampak lingkungan yang dirumuskan dalam dokumen RKL.
- c) Pemantauan dapat dilakukan pada sumber penyebab dampak dan atau terhadap parameter lingkungan yang terkena dampak. Dengan memantau kedua hal tersebut sekaligus akan dapat diuji efektivitas kegiatan pengelolaan lingkungan yang dijalankan.
- d) Pemantauan lingkungan harus layak secara ekonomi. Walau aspek yang akan dipantau telah dibatasi pada hal-hal yang penting saja (butir a s.d c), namun

biaya yang dikeluarkan untuk pemantauan perlu diperhatikan mengingat kegiatan pemantauan berlangsung berkesinambungan.

- e) Rancangan pengumpulan dan analisis data aspek yang perlu dipantau mencakup jenis data yang dikumpulkan, lokasi pemantauan, frekuensi dan jangka waktu pemantauan, metode pengumpulan data dan metode analisis data.
- f) Di dalam dokumen RKL dimuat tentang kelembagaan pemantauan lingkungan yang bertanggung jawab sebagai penyandang dana pemantauan, pelaksana pemantauan, pengguna hasil pemantauan, dan pengawas kegiatan pemantauan.

Pelaksanaan pemantauan lingkungan ataupun dampak lingkungan, dapat dipisahkan menjadi beberapa kelompok komponen lingkungan seperti pemantauan di bidang fisik-kimia, biotis, sosial-ekonomi, dan sosial-budaya.

## **4.2. Penentuan Dampak Penting**

Dampak penting adalah perubahan lingkungan yang sangat mendasar yang diakibatkan oleh suatu usaha atau kegiatan menurut Pasal 2 dan 3 PP No. 51 Tahun 1993 ditentukan oleh beberapa faktor seperti jumlah manusia yang terkena dampak, luas wilayah yang terkena dampak, lamanya dampak berlangsung, intensitas dampak dan sifat kumulatif dampak.

Metode identifikasi aspek lingkungan akan bermuara pada kesimpulan yaitu dampak penting. Oleh karena itu, data aspek lingkungan memiliki perhitungan kuantitatif dan memerlukan pedoman penentuan dampak penting. Data pada pedoman penentuan dampak penting ini merupakan pertimbangan, adapun penerapannya dapat disesuaikan dengan kondisi dan kebutuhan perusahaan.

### **4.2.1. Jumlah manusia yang terkena dampak**

Berdasarkan kajian yang objektif akan diperoleh data jumlah manusia yang terkena dampak positif atau dampak negatif dari beroperasinya suatu perusahaan.

### **4.2.2. Luas wilayah yang terkena dampak**

Luas wilayah yang terkena dampak perlu diidentifikasi. Jenis dampak lingkungan yang ditimbulkan dan kondisi daerah yang terkena dampak akan digunakan sebagai dasar dalam menentukan dampak penting. Sebagai contoh untuk menentukan batas wilayah yang terkena dampak, seperti :



- Di lokasi kegiatan
- Di wilayah lahan perusahaan
- Di pemukiman di sekitar wilayah perusahaan
- Penyebaran dampak melampaui wilayah kabupaten, propinsi dan seterusnya

Tabel 6.1. Contoh kebijakan, Sasaran, Target dan Program

KEBIJAKAN	SASARAN	TARGET	PROGRAM
Memperkecil dampak lingkungan yang diakibatkan oleh kegiatan produksi pertanian/perkebunan /industri lainnya	Mengurangi dampak limbah proses produksi dengan cara daur ulang atau mengolah kembali	Membuat formula sebagai produk alternatif yang memberi nilai tambah	Melakukan penelitian produk dengan beberapa tahap formula
Menjaga kelestarian alam dengan memelihara lingkungan dan pencegahan pencemaran	Menjaga kualitas daya dukung lingkungan	Penghijauan lingkungan pabrik	Penanaman pohon seluas tertentu per bulan selama 6-10 bulan.
Peningkatan berkelanjutan	Mengurangi kebisingan di lokasi produksi/stasiun biji dan stasiun tenaga	Dalam waktu 6 bulan kebisingan <85dB	Pemasangan "Table lifter" di produksi atau peredam suara
Memenuhi persyaratan peraturan yang relevan	Mengoptimalkan hasil penggunaan air daur ulang	Menaikkan penggunaan air daur ulang selama 6 bulan	Menggunakan air hasil daur ulang pada tangki pengencer dalam proses ekstraksi
Mengkomunikasikan kebijakan lingkungan kepada karyawan	Seluruh karyawan peduli lingkungan	Setiap pagi pembacaan kebijakan lingkungan selama 6 bulan	Semua karyawan memiliki kartu kebijakan lingkungan dan setiap saat dapat dibaca

#### 4.2.3. Lamanya dampak berlangsung

Identifikasi terhadap lamanya dampak lingkungan yang diakibatkan oleh kegiatan perusahaan seharusnya didata berdasarkan batasan wilayah yang telah ditentukan. Lamanya dampak yang ditimbulkan adalah pada : a). sebagian tahap kegiatan, b). seluruh tahap kegiatan, c). jam-jam tertentu dan lain sebagainya

#### **4.2.4. Intensitas dampak**

Dampak lingkungan suatu perusahaan mempunyai intensitas yang bervariasi dari yang ringan sampai yang berat. Untuk menentukan intensitas dampak, digunakan standar yang telah ditentukan sebagai baku mutu lingkungan. Dampak lingkungan menjadi penting, apabila dampak negatifnya terjadi relatif singkat dalam ruang yang relatif luas.

#### **4.2.5. Sifat kumulatif dampak**

Dampak lingkungan yang bersifat kumulatif diartikan bahwa semula tidak menimbulkan dampak, tetapi sumber dampaknya terakumulasi secara bertahap dalam lingkungan, sehingga pada tahap akumulasi tertentu merupakan dampak penting. Pada dasarnya akumulatif dampak dapat dibedakan menjadi dua yaitu :

- Kumulasi sinergis, yaitu suatu dampak lingkungan dapat menjadi lebih berat bila berakumulasi dengan dampak lingkungan yang lain dalam wilayah sebaran dampak.
- Kumulasi antagonistik, yaitu suatu dampak lingkungan dapat menjadi berkurang, karena terjadi akumulasi beberapa dampak.

## **5. PENERAPAN EKOLABELLING DAN ISO 14000 PADA INDUSTRI KELAPA SAWIT**

Ekolabelling adalah salah satu bagian dari Standar ISO Seri 14000 yang merupakan sistem manajemen lingkungan (SML) yang memuat unsur-unsur yang harus dipenuhi oleh perusahaan yang ingin memperoleh sertifikat. Standar ISO 14000 berlaku untuk semua jenis dan ukuran perusahaan dan telah memperhitungkan berbagai kondisi geografis, budaya dan sosial (Hadiwardjo, 1997). Dalam pelaksanaannya, ISO 14000 terbagi menjadi dua bagian, yaitu :

- 1) Standar yang berorientasi pada organisasi yang terdiri dari
  - a. Sistem Manajemen Lingkungan (Environment Management System)
  - b. Audit Lingkungan (Environmental Auditing)
  - c. Evaluasi Kinerja Lingkungan (Environmental Performance Evaluation)
- 2) Standar yang berorientasi pada produk yang terdiri dari
  - a. Pelabelan dan Deklarasi Lingkungan (Environmental Labels and Declarartions).
  - b. Kajian Daur Hidup (Life Cycle Assessment)

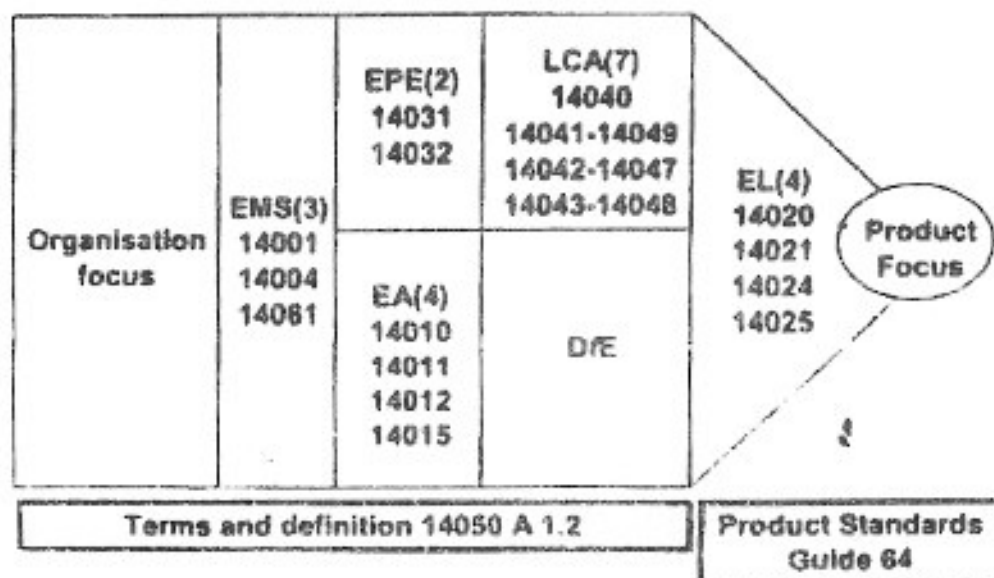
Secara lengkap, sampai saat ini ada 23 standar ISO seri 14000 yang telah diterapkan seperti terlihat pada Gambar 6.6.

Beberapa tujuan yang akan dicapai dalam penerapan ISO 14000 :

- 1) Optimalisasi produktivitas dan penghematan biaya (efisiensi).
- 2) Mengurangi resiko lingkungan.
- 3) Meningkatkan *image* organisasi.
- 4) Meningkatkan kepekaan terhadap perhatian publik.
- 5) Memperbaiki proses pengambilan keputusan.

Manajemen lingkungan merupakan manajemen yang tidak statis melainkan sesuatu yang dinamis, sehingga diperlukan adaptasi atau suatu penyesuaian bila terjadi perubahan di perusahaan, yang mencakup sumberdaya, proses, dan kegiatan perusahaan. Diperlukan pula penyesuaian seandainya terjadi perubahan di luar perusahaan, misalnya perubahan peraturan perundang-undangan dan pengetahuan yang disebabkan oleh perkembangan teknologi.

### Environmental Management Framework



Gambar 6.6. Kerangka sistem manajemen lingkungan ISO 14000

Kendala yang sering dijumpai dalam menyiapkan pelaksanaan penerapan dan pengembangan SML antara lain : terbatasnya waktu, kapasitas sumberdaya manusia di perusahaan, benturan dengan proyek lain, komitmen yang disetujui bersama dan batasan lainnya. ISO 14000 mempunyai pengaruh baik untuk jangka pendek ataupun jangka panjang, dan mempunyai penerapan taktis maupun strategis. Besarnya manfaat yang akan diperoleh perusahaan sesudah menerapkan ISO 14000 tergantung cara standar ISO 14000 diterapkan. Berbagai manfaat dapat diperoleh bila menerapkan ISO 14000, yang sekaligus dapat dianggap keuntungan dari manajemen lingkungan. Manfaat yang paling penting adalah perlindungan lingkungan. Dengan mengikuti persyaratan yang ada akan membantu pula dalam memenuhi peraturan perundang-undangan dan sistem manajemen yang efektif. Dengan demikian, sistem ini merupakan sistem manajemen yang praktis yang didesain untuk meminimumkan dampak lingkungan dengan cara efektif-biaya.

Dengan menerapkan ISO 14000 mungkin dampak positif yang paling baik bagi lingkungan adalah pengurangan limbah. Program semacam ini akan menghasilkan pengurangan pencemaran tanah dan air tanah. Bukan hanya manajemen limbah, tetapi juga minimasi limbah merupakan bagian kunci dari penerapan ISO 14000.

Sertifikasi ISO 14000 diberikan berdasarkan pada masing-masing pabrik dan/atau lokasi kebun bukan atas dasar perusahaan. Oleh sebab itu perusahaan yang mempunyai sembilan pabrik atau kebun maka diperlukan juga sembilan sertifikasi (Kuhre, 1996).

Gambar 6.7. menyajikan urutan langkah-langkah untuk penerapan ecolabelling pada produk. Era globalisasi dan perdagangan bebas telah mendorong perekonomian dunia untuk menekankan aspek lingkungan pada setiap kegiatan ekonomi. Oleh karena itu pada tahap awal kelengkapan data dan informasi lingkungan pada rangkaian suatu industri menjadi penting. Data tersebut meliputi data emisi, penggunaan bahan dan energi serta emisi gas rumah kaca. Pada tahap selanjutnya perlu dicari upaya untuk memperbaiki atau mencari teknologi alternatif agar kinerja lingkungan dapat diperbaiki. Untuk pengkajian kinerja lingkungan harus dilakukan pengkajian daur hidup produk (LCA) yang dilanjutkan dengan pengkajian produk terhadap klaim lingkungan yang dibuat pada label produk. Semua kegiatan tersebut diperlukan untuk membuktikan bahwa ecolabel produk tersebut benar dan dapat dipertanggung jawabkan.

## 6.2. Peningkatan Biodiversitas

Tidak dapat disangkal bahwa konversi hutan primer kepada kebun kelapa sawit yang bersifat monokultur akan berpengaruh pada aspek lingkungan, khususnya menurunnya biodiversitas dengan hilangnya flora dan fauna. Tabel 6.2 menunjukkan bahwa berdasarkan kajian terhadap 30% dari total pembukaan areal untuk kelapa sawit 1990-1999 menunjukkan bahwa pada vegetasi yang ada di atasnya, 63% areal yang dibuka untuk perkebunan kelapa sawit terdiri dari hutan sekunder dan belukar, 17% seluruhnya semak belukar, 17% konversi dari tanaman lain dan 3% terdiri dari hutan primer, hutan sekunder dan belukar. Angka-angka tersebut menunjukkan bahwa perluasan perkebunan kelapa sawit dilakukan tidak dengan mengkonversi hutan-hutan primer melainkan areal bekas hutan atau konversi tanaman perkebunan lain.

Tabel 6.2. Vegetasi tempat penanaman kelapa sawit di Indonesia

Vegetasi	Persentase
Hutan sekunder dan belukar	63 %
Seluruhnya semak belukar	17 %
Konversi dari tanaman lain	17 %
Hutan primer, hutan sekunder dan belukar	3 %

Walaupun luas areal tanaman kelapa sawit relatif kecil dibanding total areal pertanian di Indonesia, namun usaha-usaha untuk menjaga biodiversitas flora dan fauna Indonesia harus dilakukan. Salah satu usaha yang dapat dilakukan adalah membuat *zoning* kawasan perkebunan kelapa sawit di Indonesia yang berdampak minimal terhadap penurunan biodiversitas flora dan fauna, melalui :

- 1) Penentuan luas maksimum satu hamparan perkebunan kelapa sawit terpadu.
- 2) Penentuan desain hamparan perkebunan kelapa sawit terpadu.
- 3) Penentuan jenis dan luas batas ekologi antara satu hamparan perkebunan tertentu dengan hamparan perkebunan kelapa sawit lainnya.

Intercropping tanaman pangan di areal tanaman kelapa sawit muda (TBM) dapat meningkatkan biodiversitas, selain mengoptimalkan penggunaan lahan untuk memperoleh tambahan keuntungan. Tanaman lainnya yang dapat ditanam bersama tanaman kelapa sawit adalah rotan dan jati.

### **6.3 . Peningkatan Efisiensi Penggunaan Energi**

Dalam keseimbangan energi, kelapa sawit paling baik dibanding tanaman lainnya. Dengan total input energi 19 GJ/ha/tahun, tanaman kelapa sawit memberikan produksi dengan total energi sebesar 182,1 GJ/ha/tahun dengan rasio output/input lebih dari 9,5. Sebagai bandingan, rasio output/input kedele dan rapeseed berturut-turut hanya 2,5 dan 3,0.

Dalam proses pengolahan TBS menjadi minyak, pabrik kelapa sawit (PKS) sangat ramah lingkungan, karena menggunakan energi dari limbah yang dihasilkan sendiri. Sumber energi utama yang digunakan oleh boiler PKS adalah sabut dan tempurung. Boiler menghasilkan uap yang digunakan untuk pembangkit turbin dan pengolahan.

Peluang lainnya untuk menghasilkan lebih banyak energi adalah biogas dari limbah cair (POME) yang dikumpulkan. Penelitian terakhir menunjukkan bahwa jumlah gas metan yang diproduksi PKS dengan kapasitas 30 ton TBS/jam adalah sekitar 1,2 juta m<sup>3</sup> per tahun yang setara dengan 1,2 juta liter bahan bakar diesel.

### **6.4. Pencegahan Erosi Tanah**

Pada tanaman kelapa sawit dewasa yang tajuknya sudah menutup, kemungkinan erosi tanah masih bisa terjadi, terutama pada lahan yang kemiringannya berat. Hal ini terutama disebabkan oleh jatuhnya air hujan yang sudah banyak terkumpul di daun. Dengan jatuhnya air hujan di areal yang luas dari tanaman kelapa sawit yang tinggi, terdapat energi kinetik yang akan menyebabkan penurunan infiltrasi air tanah dan meningkatkan *runoff* sehingga erosi terjadi. Hal ini akan dapat dihindari apabila sebelumnya dibuat teras atau kontur yang baik. Pada tanaman kelapa sawit yang sudah dewasa diperkirakan bahwa dihasilkan sebanyak 18-24 pelepah hasil tunasan per tahun dengan bobot kering sekitar 10 ton/ha/tahun. Jumlah hasil tunasan pelepah yang besar ini apabila diletakkan secara efektif di gawangan mati akan melindungi tanah dari terjadinya erosi.



## 6.5. Daur Ulang Unsur Hara

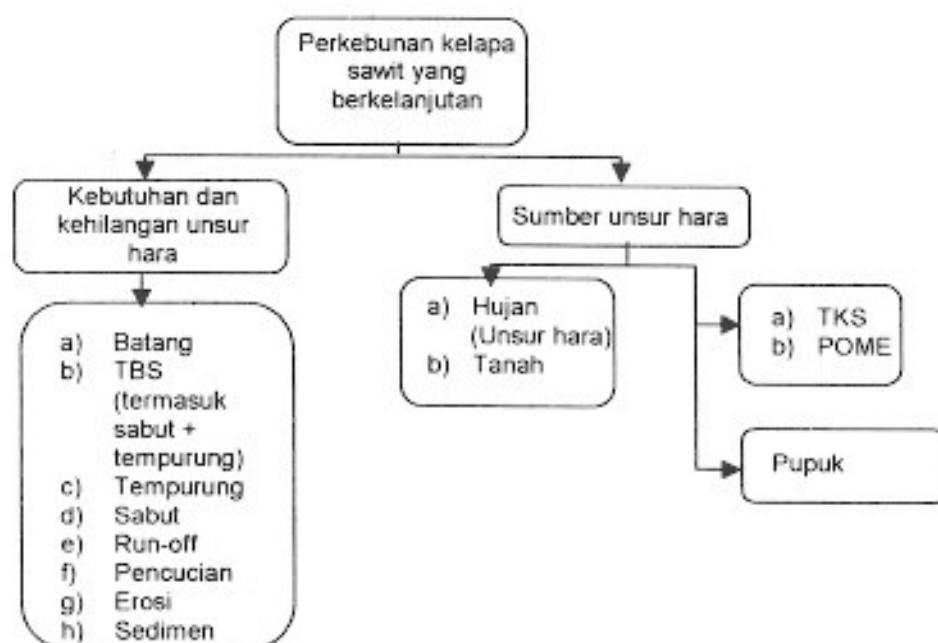
Pertanian yang berkelanjutan dapat memanfaatkan unsur hara hasil daur ulang dan seminimal mungkin menggunakan unsur hara dari luar untuk kebutuhan tanaman. Patrick *et al* (1999) menyampaikan bahwa konsep keseimbangan unsur hara seperti diilustrasikan pada Gambar 6.8. Untuk target tingkat produktivitas tertentu, sistem ini dikatakan berkelanjutan apabila total penggunaan atau kehilangan unsur hara seimbang dengan total pemberian atau pemasukan unsur hara. Dalam kondisi tertentu, dimana tanaman kekurangan pasokan hara, maka perlu adanya penambahan pupuk anorganik untuk mempertahankan produksi yang berkelanjutan.

Tanaman kelapa sawit membutuhkan sekitar 129,5 kg N/ha/tahun untuk dapat mencapai produktivitas 20 ton TBS/ha/tahun, dengan asumsi 100 % hara dari hasil tunasan pelepah didaur ulang. Sekitar 50 % dari nitrogen tersebut hilang terbawa panen TBS. Nitrogen terimobilisasi melalui batang sebesar 32 % per tahun dari total kebutuhan N tanaman. Kehilangan melalui *runoff* relatif kecil hanya sebesar 12 % dari total kebutuhan N tanaman. Dari pengolahan 20 ton TBS/ha diperkirakan dihasilkan 1,54 ton tandan kosong sawit (TKS)/ha dan 13,36 ton POME/ha atau diperkirakan 11,5 kg dan 4,4 kg N (total 16 kg) per ha per tahun dapat didaur ulang sebagai tambahan unsur hara tanaman (Patrick Ng *et al.*, 1999).

Diketahui bahwa N dalam jumlah cukup besar hilang (~ 50 kg N/ha/tahun) selama proses produksi TBS dan pengolahan limbah. Kandungan N-POME yang sudah diperlakukan hanya sepertiga dibanding dengan kandungan N-POME yang belum diperlakukan. Sebagian besar N juga diimobilisasi ke dalam bentuk produk sampingan lainnya, seperti sabut dan tempurung, yang biasanya tidak dikembalikan ke kebun. Kandungan N pada inti sawit juga tinggi. Dengan demikian, apabila diasumsikan bahwa TKS dan POME didaur ulang seluruhnya, maka masih terjadi kekurangan sekitar 97 kg N per ha per tahun (75% dari kebutuhan tanaman). Kekurangan tersebut dapat dipenuhi dari pupuk anorganik untuk menghindari defisiensi hara dan untuk tetap mempertahankan produktivitas minimal 20 ton TBS/ha/tahun. Jika N dari tanah dianggap tidak ada, pupuk N yang diperlukan sebesar 0,7 kg N per pohon per tahun atau 0,8 kg N per pohon per tahun apabila TKS dan POME tidak didaur ulang.

Untuk dapat mencapai tingkat produksi 20 ton TBS per ha per tahun diperlukan K sebesar 236,0 kg per ha per tahun, dan sekitar setengahnya akan diimobilisasi pada batang. Sekitar 37 % hilang dibawa panen TBS. TKS dan POME merupakan penghasil K yang potensial, yaitu berturut-turut sekitar 42 dan 21 kg K per ha per tahun atau sekitar 73% K hilang melalui TKS. Secara keseluruhan kekurangan K sebesar 142 kg/ha/tahun atau sekitar 60 % dari kebutuhan tanaman. Dengan asumsi mengabaikan K dari tanah, kebutuhan pupuk K adalah sebesar 1,0 kg/pohon/tahun dan sekitar 1,5 kg/ha/tahun apabila TKS dan POME tidak diberikan.

Tanaman kelapa sawit membutuhkan 16,4 kg P dan 38,0 Mg per ha per tahun untuk mencapai tingkat produksi 20 ton TBS/ha/tahun. Hara P dan Mg lebih dominan diimobilisasi pada TBS dan batang. Sering ditemui tanaman yang mengalami kekurangan P dan Mg dalam jumlah besar dan harus ditambah dengan pupuk anorganik atau hara dari cadangan tanah apabila ingin mempertahankan produktivitas yang berkelanjutan.



Gambar 6.8. Konsep keseimbangan hara pada tanaman kelapa sawit

## 6.6. Pengendalian Hama Dan Penyakit Secara Biologis

Serangan hama dan penyakit akan mengurangi produksi kelapa sawit dan selanjutnya mempengaruhi *sustainable* ekonomi. Walaupun masih ditemui pengendalian hama dan penyakit dengan menggunakan bahan kimia, namun pada beberapa tahun terakhir ini sudah terlihat adanya kecenderungan yang meningkat dalam penggunaan biopestisida, bio fungisida dan bioinsektisida. Selain itu sebagian besar hama pengganggu di perkebunan kelapa sawit dapat dikendalikan dengan menggunakan musuh alami.

## DAFTAR PUSTAKA

- Hadiwardjo, B.H. ISO 14001. 1997. Panduan penerapan sistem manajemen lingkungan. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Huan, Lim Kim. 1990. Soil erosion control under mature oil palms on slopes. Proc. 1989 PORIM International Palm Oil Conference. pp. 191-198.
- Kuhre, W.L. 1996. ISO 14001 Certification. Environmental Management Systems. Prentice Hall PTR, New York.
- Patrick Ng, H.C., Chew, P.S., Goh, K.J. and Kee, K.K. 1999. Nutrient requirement and sustainability in mature oil palm-An assessment. The Planter 75, 331-345.
- Pushparajah, E. 1998. The Oil Palm-A very environmentally friendly crop. The Planter 74, 63-72.
- Pushparajah, E. 2001. Strategic direction for the sustainability of the oil palm industry. The Planter 77, 389-404.
- Singh, G. 1995. Management and utilisation of oil palm by-products. The Planter 71, 361-382.
- Weng, C.K. 2000. ISO 14000, the Toolbox for successful environmental work for investment rather than expenses to develop the integrated product policy. Proc. Of 2000 Seminar on ISO 14000, Kuala Lumpur.