

DIKTAT

Untuk Kalangan Sendiri

TEKNOLOGI PENANGANAN DAN PENGOLAHAN HASIL KELAPA SAWIT DAN KARET

Oleh:

MAWAR INDAH Br P. STP, MSi



**SEKOLAH TINGGI PENYULUHAN PERTANIAN MEDAN
BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN
2018**

DIKTAT
Untuk Kalangan Sendiri

**TEKNOLOGI PENANGANAN DAN PENGOLAHAN HASIL
KELAPA SAWIT DAN KARET**

Oleh:

MAWAR INDAH Br P. STP, MSi.

**SEKOLAH TINGGI PENYULUHAN PERTANIAN MEDAN
BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN**

2018

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa, oleh karena kasih dan karunia-Nyalah penulis dapat menyusun dan menyelesaikan diktat mata kuliah Teknologi Penanganan dan Pengolahan Hasil Kelapa Sawit dan Karet.

Mata kuliah Teknologi Penanganan dan Pengolahan Hasil Kelapa Sawit dan Karet di STPP Medan, diberikan pada mahasiswa untuk Jurusan Penyuluhan Perkebunan. Diktat ini disusun dan digunakan untuk dapat mengarahkan dan memfokuskan mahasiswa dalam melaksanakan kegiatan perkuliahan Teknologi Penanganan dan Pengolahan Hasil Kelapa Sawit dan Karet. Diktat ini juga merupakan panduan bagi penulis sebagai staf pengajar dalam memberikan dan menyampaikan perkuliahan mata kuliah Teknologi Penanganan dan Pengolahan Hasil Kelapa Sawit dan Karet.

Diktat ini penulis susun hanya digunakan di kalangan STPP Medan. Diharapkan dengan adanya diktat ini proses pelaksanaan perkuliahan menjadi lebih fokus dan efektif.

Diktat yang penulis susun ini mungkin kurang lengkap dan masih ada kesalahan serta kekeliruan. Untuk itu penulis menerima saran dan kritik atas hal tersebut untuk perbaikan di kemudian hari.

Akhir kata kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang mendukung penyusunan diktat ini. Kami juga mengharapkan diktat ini dapat dipergunakan semaksimal mungkin.

Medan, Januari 2018
Penyusun

Mawar Indah Br Perangin Angin
Nip. 19801227 200312 2 004

DAFTAR ISI

Bab.		Halaman
	KATA PENGANTAR	i
	DAFTAR ISI	ii
	DAFTAR TABEL	iii
	DAFTAR GAMBAR	iv
I	KRITERIA PANEN KELAPA SAWIT	1
	A. Persiapan Panen	1
	B. Keberhasilan Panen	1
	C. Kriteria Matang Panen	2
II	PELAKSANAAN PANEN	6
III	PENGOLAHAN BUAH SAWIT MENJADI MINYAK SAWIT MENTAH	9
	A. Stasiun Utama	9
	1. Stasiun Penerimaan Buah	11
	2. Stasiun Rebusan (sterilizer)	13
	3. Stasiun Pemipilan (stripper)	17
	4. Stasiun Pencacahan (digester) dan Pengempaan (presser)	19
	5. Stasiun Pemurnian (clarifier)	20
	6. Stasiun Pemisahan biji dan Kernel	24
	B. Stasiun Pendukung	29
	1. Stasiun Pembangkit Tenaga	30
	2. Laboratorium	31
	3. Stasiun Pengolahan Air	32
	4. Stasiun Limbah	33
	5. Stasiun Penimbunan Pabrik	34
	6. Bengkel PKS	36
IV	EFISIENSI PENGOLAHAN PKS	37
	A. Efisiensi Teknik Teknologis	37
	B. Kajian Ekonomis	42
	C. Penanganan Produk Kelapa Sawit	44
V	KRITERIA PENYADAPAN KARET	62
	A. Penentuan Matang Sadap	64
	B. Peralatan Sadap	74
	C. Penggambaran Bidang Sadap	67
	D. Pelaksanaan Penyadapan	68
	DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul
Tabel 1.	Angka-Angka Standar Pengolahan
Tabel 2.	Standar Kehilangan Minyak dan Inti (%) terhadap tbs
Tabel 3.	Standar Kematangan Buah
Tabel 4.	Standar Kualitas Minyak dan Inti Sawit
Tabel 5.	Persentase Komponen Biaya Terhadap Biaya Pengolahan Total Sebuah Pabrik Kelapa Sawit
Tabel 6.	Persentase Biaya Per Unit Pengolahan Pada Sebuah PKS
Tabel 7.	Komponen Dalam Minyak Kelapa Sawit
Tabel 8.	Nilai Dobi dan minyak Sawit Selama Diolah

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul
Gambar 1.	Bagan alir proses pengolahan kelapa sawit di PKS
Gambar 2.	Penyadapan Karet
Gambar 3.	Peralatan Sadap
Gambar 4.	Bidang Sadap
Gambar 5.	Melintang Batang Karet
Gambar 6.	Contoh Daftar Tabel
Gambar 7.	Contoh Daftar Gambar
Gambar 8.	Contoh Daftar Lampiran

BAB I.

KRITERIA PANEN KELAPA SAWIT

Panen merupakan salah satu faktor penting yang menentukan kualitas dan kuantitas produksi. Tanaman kelapa sawit umumnya sudah mulai dipanen pada umur tiga tahun di kebun. Pekerjaan panen meliputi pemotongan tandan buah masak, pengutipan brondolan, dan pengangkutan ke tempat penampungan Hasil (TPH).

A. Persiapan Panen

Persiapan panen berkaitan dengan penyediaan tenaga kerja dan alat-alat panen yang diperlukan. Kegiatan awal lainnya dalam persiapan panen adalah pembuatan atau peningkatan mutu jalan, karena jalan merupakan faktor penunjang yang penting dalam pengangkutan hasil dari kebun ke pabrik. Akses jalan yang perlu disiapkan untuk proses panen di antaranya jalan penghubung (jalan utama), jalan produksi, jalan control, dan jalan pikul (pasar).

Jalan utama menghubungkan satu afdeling dan afdeling lainnya atau afdeling dengan pabrik. Jalan produksi dibuat di tengah perkebunan setiap afdeling, dari afdeling ke pabrik tegak lurus dengan barisan tanaman. Di jalan produksi dibuat TPH. Sementara itu, jalan kontrol menghubungkan satu blok dengan blok lainnya (ditekankan hanya untuk mengontrol). Semua akses jalan perlu mendapat perhatian dan perawatan untuk menjamin kelancaran transportasi saat panen.

B. Keberhasilan Panen

Keberhasilan panen sangat ditentukan dari hasil produksi kebun, meliputi tandan, minyak, dan inti sawit. Kualitas dan kuantitas produksi dalam jumlah banyak dengan mutu yang baik akan menghasilkan keuntungan yang besar dan menandakan keberhasilan panen.

Keberhasilan panen dipengaruhi oleh persiapan panen yang baik dan efektif. Kondisi jalan, tenaga kerja pemanen mandiri (jumlah dan kemampuannya), alat panen yang harus disediakan (egrek, dodos, dan kapak), waktu memulai panen, pemahaman criteria matang tandan, dan cara memanen. Selain itu, keberhasilan panen juga ditentukan oleh kondisi kebun dan situasi lingkungan kebun (iklim, topografi, sarana, dan prasarana).

Pengetahuan tentang derajat kematangan buah bagi keberhasilan panen sangat penting. Pasalnya, jumlah dan mutu minyak ditentukan oleh derajat kematangan panen yang tepat dan praktis, yakni saat buah yang lepas atau membrondol sebanyak 1-2 buah per kg TBS. Mutu kelapa sawit yang dihasilkan bergantung pada proses pemanenan dan derajat kematangan buah. Jika buah telah kelewat matang, minyak yang dihasilkan mengandung asam lemak bebas (ALB) yang tinggi (lebih dari 5%). Sebaliknya, jika memanen buah yang mentah, menghasilkan minyak dengan kandungan ALB yang rendah. Tetapi, jumlah minyaknya masih sedikit. Untuk keperluan ekspor, kandungan ALB minyak harus lebih kecil dari 3%.

C. Kriteria Matang Panen

Kelapa sawit dianggap mulai dapat berproduksi dengan baik pada tahun ketiga atau keempat setelah ditanam di kebun. Sementara itu, buah kelapa sawit biasanya sudah dianggap matang sekitar enam bulan setelah penyerbukan.

Tingkat kematangan buah kelapa sawit dapat dilihat dari perubahan warna. Buah kelapa sawit yang masih mentah berwarna hijau, karena pengaruh pigmen klorofil. Selanjutnya, buah akan berubah menjadi merah atau oranye akibat pengaruh pigmen beta karoten. Kondisi tersebut menandakan minyak kelapa sawit yang terkandung dalam daging buah telah maksimal dan buah sawit akan lepas dari tangkai tandannya (membrondol).

Kriteria matang panen juga berdasarkan jumlah buah sawit yang sudah jatuh (brondolan), yakni satu hingga dua brondolan per kg berat tandan. Selain itu, kondisi buah sudah masuk dalam fraksi 2 dan 3. Komposisi ideal untuk dipanen

yakni, fraksi 2+3+4 sebanyak 80%, fraksi 1 sebanyak 15%, dan sisanya fraksi 5 sebanyak 5%. Buah kelapa sawit memiliki tingkat kematangan yang berbeda, sehingga fraksi buah yang terdapat dalam satu perkebunan dapat berbeda-beda.

Tabel 1. Fraksi Buah Berdasarkan Tingkat Kematangan

Jenis Fraksi Buah	Kematangan Tandan Buah Segar (TBS)
Fraksi 00	Buah sawit sangat mentah, brondolan 0 %
Fraksi 0	Buah sawit mentah, brondolan 1 sampai 12,5 %
Fraksi 1	Buah sawit kurang matang, brondolan 12,5 sampai 25 %
Fraksi 2	Buah sawit matang I, brondolan 25 sampai 50 %
Fraksi 3	Buah sawit matang II, brondolan 50 sampai 75 %
Fraksi 4	Buah sawit lewat matang I, brondolan 75 sampai 100 %
Fraksi 5	Buah sawit lewat matang II, buah sawit bagian dalam ikut membrondol
Fraksi 6	Tandan kosong, semuanya membrondol

Sumber : Publikasi PPKS dan LPP

a. Rotasi Panen

Rotasi panen merupakan waktu yang diperlukan antara panen terakhir dan panen berikutnya ditempat yang sama. Rotasi panen tergantung dari kecepatan buah matang. Saat panen awal, rotasi panen 15 hari, lalu 10 hari, dan terakhir 7 hari. Penentuan rotasi panen terkait dengan kerapatan panen yakni perbandingan jumlah pohon yang dapat dipanen di luasan tertentu.

Rotasi panen biasanya menggunakan symbol 5/7, artinya 5 hari memanen dengan rotasi 7 hari. Peralnya, tingkat kematangan buah menggunakan rotasi panen 5/7 masih sesuai dan tidak lewat matang. Pada hari ke-6 biasanya dilakukan rehabilitasi blok seperti perbaikan parit dan jalan. Rotasi panen berikutnya pada hari ke-8.

Panen yang terlambat dan rotasi panen yang lebih dari tujuh hari mengakibatkan peningkatan persentase buah yang terlalu matang (fraksi 4 dan 5), sehingga brondolan akan lebih banyak yang jatuh. Selain itu, terjadi peningkatan kadar asam lemak bebas sehingga menurunkan kualitas minyak.

b. Taksasi Produksi

Peramalan atau taksasi adalah kegiatan menghitung jumlah tandan buah segar yang akan diperoleh pada waktu panen berdasarkan jumlah dan keadaan tandan bunga betina yang kemungkinan menjadi tandan buah. Berat rata-rata tandan buah sesuai dengan umur tanaman dan jenisnya.

Tujuan peramalan produksi diantaranya untuk memudahkan pengaturan dan pelaksanaan pekerjaan panen di kebun dan pengelolaan di pabrik. Selain itu tujuan lainnya untuk memudahkan penyediaan dan pengaturan transportasi. Perhitungan dilaksanakan untuk membuat perkiraan produksi selama enam bulan, tiga bulan, satu bulan hingga perkiraan produksi esok hari. Penyusunan perkiraan produksi harus berdasarkan perkembangan bunga betina dan tandan kelapa sawit. Hal ini dapat diprediksi melalui seludang pecah terbuka hingga matang panen dan berdasarkan berat tandan rata-rata pada masing-masing tahun tanam.

Peramalan produksi yang perlu diperhatikan antara lain penetapan jumlah pohon untuk pengamatan, waktu dan cara pengamatan, serta penghitungan produksi. Semua data yang diperoleh untuk setiap blok dicatat di lembar pengamatan bunga dan buah. Data ini direkapitulasikan ke dalam tabel. Estimasi produksi dihitung dengan rumusan sebagai berikut :

$$(A + B + C) : D$$

Dimana : A = jumlah pohon dalam blok tersebut

B = jumlah bunga betina dan tandan

C = rata-rata berat tandan

D = jumlah pohon yang diamati

c. Permasalahan Brondolan

Brondolan merupakan buah sawit yang sudah lepas dari tandan buah dan jatuh ke tanah. Masalah yang dihadapi ketika pengutipan brondolan adalah banyaknya brondolan yang tertinggal atau tidak terkutip. Beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi permasalahan tersebut diantaranya :

1. Meningkatkan upah per berat brondolan, sebagai perangsang pemanen
2. Premi atau insentif brondolan untuk pengutip dan pengangkut
3. Pemanen menggunakan family cup (*helper*) untuk kutip brondolan.
4. Mengangkut brondolan setelah tandan selesai diangkut (tidak bersamaan)
5. Timbang dan tempatkan brondolan di karung, kemudian diangkut ke pabrik.

Metode pengumpulan brondolan dilakukan dengan menempatkan brondolan di satu atau dua tempat setiap hanca dan tmbang. Sediakan beberapa mandor dalam satu afdeling. Berikut ini keuntungan dan kelemahan metode tersebut :

1. Keuntungan
 - a. Pemanen tertarik untuk mengutip brondolan karena harganya yang menarik
 - b. Pemanen meninggalkan buah mentah karena tidak ada brondolannya
 - c. Peningkatan produksi karena semakin banyak brondolan yang diangkut ke pabrik
 - d. Kebun menjadi lebih bersih dari anakan sawit
2. Kelemahan
 - a. Penambahan biaya untuk membawa brondolan
 - b. Harga angkutan brondolan biasanya lebih tinggi dari harga angkutan TBS

BAB II

PELAKSANAAN PANEN

Sistem panen tergantung pada jenis tenaga kerja pemanen (harian atau borongan), karyawan harian tetap (KHT) atau karyawan harian lepas (KHL). Pelaksanaan panen dibedakan dalam dua sistem

1. Sistem Giring

Sistem panen yang seluruh hasil panennya ditempatkan di satu lokasi panen secara bersamaan, sehingga masing-masing pemanen dapat memanen ditempat yang berbeda. Sistem ini cocok untuk pemanen dengan potensi produksi yang tinggi. Kelebihan sistem giring adalah pekerjaan lebih cepat selesai karena selalu diawasi mandor.

2. Sistem Tetap

Sistem yang masing-masing pemanennya ditempatkan dilokasi panen tertentu, sehingga masing-masing pemanen selalu memanen di tempat yang sama. Sistem ini lebih sesuai untuk pemanen borongan yang potensi produksinya rendah. Kelebihan sistem tetap adalah lebih teliti dan tidak memengaruhi fisiologis tanaman.

Pelaksanaan panen dilakukan dengan memotong pelepah yang berada di bawah tandan. Pelepah dipotong menjadi 2-3 bagian, lalu ditumpuk teratur dan telungkup dengan jarak satu meter dari piringan. Ujung pelepah dibuang dan tidak menutupi jalan atau parit.

Buah yang telah selesai dipotong harus diletakkan di piringan dan penempatan tandan buah dipisahkan dari brondolan. Gagang tandan buah harus dipotong sependek mungkin. Khusus untuk tandan yang berbentuk jantung, gagang dipotong berbentuk huruf V. Buah disusun di TPH secara berbaris 5-10 buah dengan menghadap ke atas dan brondolan dikumpulkan dan ditumpuk menjadi satu ditempat terpisah

Umumnya, panen pada tahun ke-1 dan ke-2, tinggi pohon sekitar 2-5 meter. Tandan buah terdapat di setiap pelepah dan berada 0,3-0,8 meter di atas tanah. Pemotongan tandan buah ini dilakukan dengan sistem jongkok. Artinya, memanen dengan cara berjongkok tanpa harus memotong pelepah penyangga tandan buah. Alat yang dipergunakan berupa *chisel* dengan lebar mata 6-8 cm.

Memasuki panen tahun ke-3, 4, dan 5, tinggi pohon sudah mencapai 5-10 meter dan tandan buah sudah berada di ketinggian sekitar satu meter di atas permukaan tanah. Pemotongan menggunakan *chisel* dengan lebar mata 12-15 cm atau memakai kampak siam. Panen dilakukan dengan sistem berdiri, maksudnya memotong pelepah penyangga tandan buah dengan posisi berdiri. Panen tahun ke-6 dan seterusnya, tinggi pohon telah lebih dari 10 meter. Karena itu, pelaksanaan panen perlu menggunakan egrek.

Berikut ini tahapan pemanenan kelapa sawit :

- a. Sediakan peralatan panen dalam jumlah yang cukup dan kondisinya tajam
- b. Pemanen masuk ke areal panen melalui jalan buah. Pilih tandan buah yang matang panen.
- c. Potong daun penyangga buah. Untuk pohon yang jumlah pelepahnya kurang dari standar, daun penyangga tidak perlu dipotong (tahun ke-6, standar minimum 56 helai, tahun ke-7 dan seterusnya minimum 48 helai)
- d. Potong pelepah yang terdekat dengan batang
- e. Susun rapi pelepah daun bekas potongan di gawangan dan potong minimum tiga bagian
- f. Ambil brondolan di ketiak pelepah dan kumpulkan bersama brondolan yang jatuh di tanah
- g. Rontokkan tandan buah yang terlalu matang sebagai brondolan
- h. Bersihkan pohon yang sudah dipanen dari bekas bunga kering dan buah gugur. Tidak boleh ada buah mentah yang dipanen dan buah matang yang terlewat tidak dipanen.
- i. Kumpulkan dan bawa buah sawit ke TPH dengan kondisi bersih

- j. Potong di ganggang tandan dengan posisi mepet (sangat dekat), hasil potongan membentuk huruf V

Teknis pengumpulan buah brondolan adalah sebagai berikut :

- a. Tandan buah hasil panen dikumpulkan dan diangkut ke TPH yang terdekat
- b. Tandan buah disusun rapu di TPH agar mudah dihitung
- c. Tandan diberi label yang berisi tanggal panen, nomor pemanen, dan jumlah tandan
- d. Brondolan dikumpulkan dan dimasukkan kedalam kantong bekas pupuk

Brondolan tidak ditumpuk di atas tanah langsung, karena dapat menaikkan ALB

BAB III

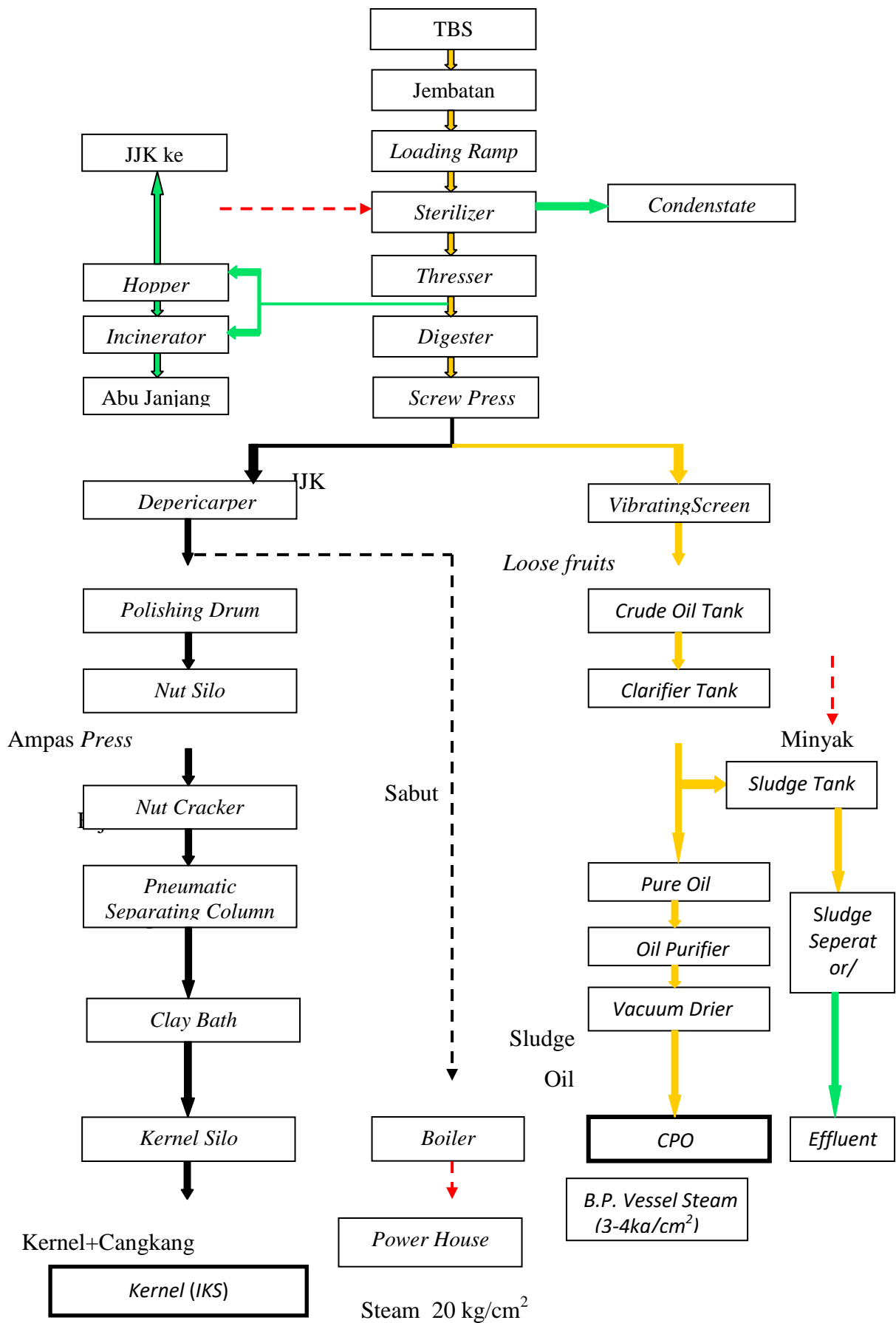
PENGOLAHAN BUAH SAWIT MENJADI MINYAK SAWIT MENTAH

Kelapa sawit mempunyai beberapa jenis atau varietas yang dikenal sebagai *Dura* (D), *Tenera* (T), dan *Pisifera* (P). Ketiga jenis ini dapat dibedakan dengan cara memotong buahnya secara memanjang/melintang. *Dura* memiliki inti besar dan bijinya tidak dikelilingi sabut dengan ekstraksi minyak sekitar 17-18%. *Deli dura* memiliki inti besar dan cangkang tebal serta dipakai oleh pusat-pusat penelitian untuk memproduksi jenis *Tenera*. *Tenera* merupakan hasil persilangan antara *Dura* dan *Pisifera*, memiliki cangkang tipis dengan cincin serat di sekeliling biji, serta ekstraksi minyak sekitar 22-25%. *Pisifera* tidak mempunyai cangkang dengan inti kecil sehingga tidak dikembangkan sebagai tanaman komersial.

Tanaman kelapa sawit baru dapat berproduksi setelah berumur sekitar 30 bulan setelah ditanam di lapangan. Buah yang dihasilkan disebut tandan buah segar (TBS) atau *fresh fruit bunch* (FBB). Produktivitas tanaman kelapa sawit meningkat mulai umur 3-14 tahun dan akan menurun kembali setelah umur 15-25 tahun. Setiap pohon sawit dapat menghasilkan 10-15 TBS per tahun dengan berat 3-40 kg per tandan, tergantung umur tanaman. Dalam satu tandan, terdapat 1.000-3.000 brondolan dengan berta brondolan berkisar 10-20 g.

A. Stasiun Utama

Stasiun proses pengolahan TBS menjadi MKS dan IKS umumnya terdiri dari stasiun utama dan stasiun pendukung.



Gambar 1 : Bagan alir proses pengolahan kelapa sawit di PKS

Stasiun utama berfungsi sebagai berikut.

- Penerimaan buah (*fruit reception*).
- Rebusan (*sterilizer*).
- Pemipilan (*stripper*).
- Pencacahan (*digester*) dan pengempaan (*presser*).
- Pemurnian (*clarifier*).
- Pemisahan biji dan *kernel* (*kernel*).

Sementara, stasiun pendukung berfungsi sebagai berikut.

- Pembangkit tenaga (*power*).
- Laboratorium (*laboratory*).
- Pengolahan air (*water treatment*).
- Penimbunan produk (*bulking*).
- Bengkel (*workshop*).

1. Stasiun penerimaan buah

Sebelum diolah dalam PKS, tandan buah segar (TBS) yang berasal dari kebun pertama kali diterima di stasiun penerimaan buah untuk ditimbang di jembatan timbang di jembatan timbang (*weight bridge*) dan ditampung sementara di penampungan buah (*loading ramp*).

a. Jembatan timbang

Penimbangan dilakukan dua kali untuk setiap angkutan TBS yang masuk ke pabrik, yaitu pada saat masuk (berat truk dan TBS) serta pada saat keluar (berat truk). Dari selisih timbangan saat truk masuk dan keluar, diperoleh berat bersih TBS yang masuk ke pabrik. Umumnya, jembatan timbang yang digunakan PKS berkapasitas 30-40 ton. Jembatan timbang tersebut dioperasikan secara mekanis maupun elektronis. Truk yang keluar-masuk ke jembatan timbang sangat sensitif terhadap beban kejut. Pada saat penimbangan, posisi truk harus berada ditengah agar beban yang dipukul merata.

b. Loading ramp

TBS yang telah ditimbang di jembatan timbang selanjutnya dibongkar di *loading ramp* dengan menuang (*dump*) langsung dari truk. *Loading ramp* merupakan

suatu bangunan dengan lantai berupa kisi-kisi pelat besi berjarak 10 cm dengan kemiringan 45° . Kisi-kisi tersebut berfungsi untuk memisahkan kotoran- berupa pasir, kerikil, dan sampah- yang terikut dalam TBS. Kotoran yang jatuh melalui kisi-kisi ditampung oleh *dirt conveyor* sehingga memudahkan dalam pembuangannya. *Loading ramp* dilengkapi pintu-pintu keluaran yang digerakkan secara hidrolis sehingga memudahkan dalam pengisian TBS ke dalam lori untuk proses selanjutnya. Setiap lori dapat dimuat dengan 2,50-2,75 ton TBS (lori kecil) dan 4,50 ton TBS (lori besar).

2. Stasiun rebusan (sterilizer)

Lori-lori yang telah berisi TBS dikirim ke stasiun rebusan dengan cara ditarik menggunakan *capstand* yang digerakkan oleh motor listrik hingga memasuki *sterilizer*. *Sterilizer* yang banyak digunakan umumnya yaitu bejana tekan horisontal yang bisa menampung 10 lori per unit (25-27 ton TBS). Dalam proses perebusan, TBS dipanaskan dengan uap pada temperatur sekitar 135°C dan tekanan 2,0-2,8 kg/cm^2 selama 80-90 menit. Proses perebusan dilakukan secara bertahap dalam tiga puncak tekanan agar diperoleh hasil yang optimal.

a. Tujuan perebusan

Setiap PKS tentunya menginginkan hasil minyak dengan kualitas yang baik, tingkat keasaman yang rendah, dan minyak yang mudah dipucatkan (*bleaching*). Proses perebusan sangat menentukan kualitas hasil pengolahan pabrik kelapa sawit. Tujuan dari proses perebusan tandan buah segar yaitu untuk menghentikan perkembangan asam lemak bebas (ALB) atau *free fatty acid* (FFA), memudahkan pemipilan, penyempurnaan dalam pengolahan, serta penyempurnaan dalam proses pengolahan inti sawit.

- Menghentikan perkembangan asam lemak bebas (ALB) atau *free fatty acid* (FFA)

Perkembangan asam lemak bebas terjadi akibat kegiatan enzim yang menghidrolisis minyak. Menghentikan kegiatan enzim tersebut sebenarnya cukup dengan perebusan hingga temperatur 50°C selama beberapa menit. Namun,

jika ditinjau dari proses pengolahan selanjutnya, perebusan harus dilakukan dengan temperatur yang lebih tinggi.

- Memudahkan pemipihan

Untuk melepaskan brondolan (*spikelets fruit*) dari tandan secara manual, sebenarnya cukup dengan merebus dalam air mendidih. Namun, cara ini tidak memadai. Oleh karenanya, diperlukan uap jenuh bertekanan agar diperoleh temperatur yang semestinya di bagian dalam tandan buah.

- Penyempurnaan dalam pengolahan

Selama proses perebusan, kadar air dalam buah akan berkurang karena proses penguapan. Dengan berkurangnya air, susunan daging buah (*pericarp*) berubah. Perubahan tersebut memberikan efek positif, yaitu mempermudah pengambilan minyak selama proses pengempaan dan mempermudah pemisahan minyak dari zat nonlemak (*non-oil-solid*). Pada saat yang sama, sel-sel minyak akan pecah dan berada dalam keadaan bebas pada saat pengeluaran uap perebusan (puncak ketiga). Dalam hal ini, senyawa protein merupakan cairan emulsi yang berbeda sehingga lapisan minyak lebih mudah dipisahkan saat proses pemurnian. Secara keseluruhan, akibat penguapan sebagian air dari daging buah-kemungkinan kehilangan minyak dalam serabut maupun dalam lumpur buangan (*sludge*) pada proses pemurnian-dapat ditekan.

- Penyempurnaan dalam proses pengolahan inti sawit

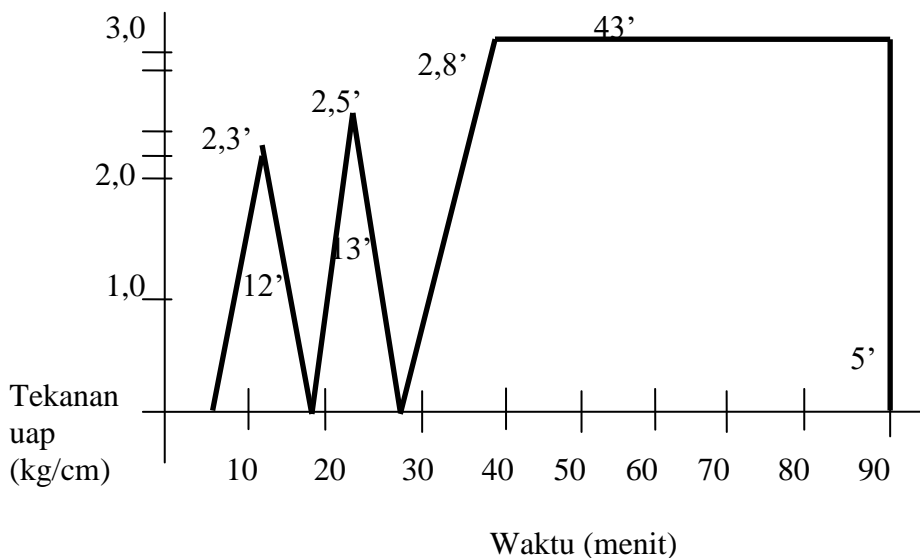
Hal utama yang dihadapi pada proses pengolahan inti sawit yaitu sifat lekat dari inti sawit terhadap cangkangnya. Dengan proses perebusan, kadar air dalam biji akan berkurang sehingga daya lekat inti terhadap cangkangnya menjadi berkurang.

b. Metode perebusan dan kebutuhan hidup

Dari pengalaman, diketahui bahwa untuk merebus dengan tekanan uap 3 bar ($3,06 \text{ kg/cm}^2$) selama 25 menit akan memberikan hasil yang sama seperti merebus dengan tekanan uap 1,5 bar selama 55 menit. Dari pengalaman ini, bisa dilihat bahwa semakin tinggi tekanan perebusan akan semakin cepat pula waktu perebusan. Tekanan yang tinggi dengan sendirinya memberikan temperatur yang

tinggi. Temperatur yang terlalu tinggi dapat merusak kualitas minyak dan inti sawit. Pada minyak sawit juga harus diperhatikan tingkat pemucatannya. Oleh karena itu, inti sawit yang diperoleh harus berwarna putih.

Perebusan yang dilakukan dengan tekanan uap $2,8 \text{ kg/cm}^2$ dan waktu antara 80-90 menit merupakan yang paling optimal karena menghasilkan minyak dan inti yang memuaskan. Selain itu, pada proses perebusan juga perlu dilakukan pengurasan udara agar udara bisa keluar dan digantikan oleh uap air sebagai media perebusan. Pengurasan udara dilakukan pada saat awal proses perebusan, dimana uap dimasukkan melalui kran pemasukan (*inlet valve*), sedangkan kran pengeluaran dibiarkan terbuka. Pengurasan lainnya dilakukan pada saat tekanan mencapai puncak pertama pada tekanan sekitar 2,3 bar dan pada puncak kedua dengan tekanan sekitar 2,5 bar. Setelah pengurasan pada puncak kedua selesai, uap dimasukkan hingga mencapai tekanan sekitar 2,8 bar dan dipertahankan terus selama beberapa lama sesuai kebutuhan.



Tata cara yang harus dilakukan untuk memperoleh perebusan normal sebagai berikut.

- 13 menit pemasukan uap pertama dari 0-2,3kg/cm², termasuk menguras udara 2 menit.
- 2 menit pembuangan uap pertama sampai tekanan menjadi 0.
- 12 menit pemasukan uap kedua kali sampai tekanan 2,5kg/cm².
- 2 menit pembuangan uap kedua kali sampai tekanan menjadi 0.
- 12 menit pemasukan uap ketiga kali sampai tekanan 2,8kg/cm².
- 43 menit tekanan uap ditahan pada 2,8kg/cm².
- 5 menit pembuangan akhir uap sampai tekanan menjadi 0.

Kebutuhan pemakai uap selama perebusan dan pengolahan dinyatakan sebagai kebutuhan uap rata-rata untuk pengolahan dan perebusan, yaitu 450 kg per ton TBS dengan rincian 270 kg uap untuk perebusan 180 kg untuk proses pengolahan lainnya. Kebutuhan uap untuk mencapai puncak setiap siklus jauh lebih tinggi daripada kebutuhan uap rata-rata. Dari hasil percobaan, ternyata untuk mencapai puncak dibutuhkan sekitar 800 kg uap per ton TBS. Namun, kebutuhan uap yang besar ini hanya berlangsung singkat sekitar 3-4 menit saja, tetapi pada saat tertentu bisa mencapai 6-10 menit, tergantung dari tekanan uap yang tersedia. Perkembangan teknologi perebusan terbaru yaitu *continuous sterilizer* yang tidak perlu menggunakan kurva perebusan 3 puncak dan lebih efisien.

c. Operasional dan perawatan rebusan

Rebusan merupakan sebuah bejana tekan yang bekerja dengan tingkat risiko tinggi. Oleh karena itu, rebusan dan unit pendukungnya harus diperiksa sebelum dioperasikan. Hal-hal yang perlu diperiksa antara lain *packing* pintu, alat penunjuk tekanan (manometer), pelat penyaring kondensat, katup pengaman, *cantilever*, dan pompa kondensat.

- *Packing* pintu

Kerusakan *packing* pintu biasanya terjadi pada bagian bawah pintu rebusan karena adanya genangan air kondensat. Kenocoran *packing* harus benar-benar diperiksa. Jika ada yang bocor, harus segera dilakukan penggantian.

- Alat penunjuk tekanan (manometer)

Manometer terdapat di bagian depan dan belakang rebusan. Fungsinya untuk menunjukkan apakah tekanan dalam rebusan menunjukkan apakah tekanan dalam rebusan masih ada atau tidak. Operator harus memperhatikan apakah masih ada tekanan atau tidak pada saat hendak membuka pintu rebusan. Pastikan bahwa tekanan uap di dalam rebusan benar-benar sudah nol sebab uap akan menyembur jika masih ada tekanannya.

- Pelat penyaring kondensat

Penyaring kondensat terdapat pada lantai dalam rebusan. Saringan ini harus sering diperiksa, jangan sampai tersumbat. Jika saringan ini tersumbat, air kondensat akan tergenang di lantai rebusan dan mempercepat rusaknya *packing* pintu rebusan.

- Katup pengaman

Periksalah mekanisme katup pengaman, apakah masih berfungsi dengan baik atau tidak? Katup pengaman berfungsi sebagai pencegah terjadinya tekanan berlebihan di dalam rebusan.

- *Cantilever*

Cantilever berfungsi sebagai rel untuk jalan keluar-masuk lori ke dalam rebusan. *Cantilever* harus dalam keadaan baik dan tidak baling (*twisted*) agar lori yang keluar-masuk rebusan tidak terguling atau jatuh.

- Pompa kondensat

Lantai di sekitar rebusan tidak boleh digenangi oleh air kondensat karena temperatur air kondensat tinggi dan masih mengandung minyak yang menyebabkan lantai menjadi licin.

Bagian dalam setiap bagian rebusan harus dibersihkan minimal dua minggu serta dilakukan pemeriksaan, perawatan, dan perbaikan yang diperlukan. Semua peralatan rebusan memerlukan perhatian. Pipa-pipa uap dan kondensat harus segera diperbaiki/diganti jika ada kebocoran karena akan mengganggu proses perebusan (pemborosan uap) dan mengotori sekitar stasiun rebusan. Setiap kebocoran agar segera dibilas keesokan harinya pada saat rebusan dingin. Untuk pengelasan, gunakanlah kawat las Philips PH 36 S atau ekuivalen.

Katup pengamatan harus segera diperiksa setiap bulan. Penyetelan-penyetelan terhadap pegas dari katup pengaman tidak boleh dilakukan oleh smebarang orang, tetapi oleh mekanik/teknisi yang telah berpengalaman dan di bawah pengawasan seorang staf. Setelah melakukan perbaikan, katup pengaman harus dipasang segel. Untuk membuka segel tersebut, harus diperhatikan seizin manajer pabrik.

3. Stasiun pemipilan (stripper)

TBS berikut lori yang telah direbus dikirim ke bagian pemipilan dan dituangkan ke alat pemipil (*thresher*) dengan bantuan *hoisting crane* atau *transfer carriage*. Proses pemipilan terjadi akibat tromol berputar pada sumbu mendatar yang membawa TBS ikut berputar sehingga membanting-banting TBS tersebut dan menyebabkan brondolan lepas dari tandannya. Pada bagian dalam dari pemipil, dipasang batang-batang besi perantara sehingga membentuk kisi-kisi yang memungkinkan brondolan keluar dari pemipil. Brondolan yang keluar dari bagian bawah pemipil dan ditampung oleh sebuah *screw conveyor* untuk dikirim ke bagian *digesting* dan *pressing*. Sementara, tandan (janjang) kosong yang keluar dari bagian belakang pemipil ditampung oleh *elevator*. Kemudian, hasil tersebut dikirim ke *hopper* untuk dijadikan pupuk janjang kosong dan jika masih berlebih diteruskan *incinerator* untuk dibakar dan dijadikan pupuk abu janjang.

a. Alat pemipil

Alat pemipil yang umum digunakan di lingkungan PKS perkebunan besar berupa tromol pemipil dengan dinding berbentuk silinder berdiameter sekitar 2 m dan panjang 4-5 m dengan kapasitas per unitnya 25-35 ton TBS per jam. Kecepatan putaran dari tromol pemipil harus ditentukan secara tepat untuk mencapai efek pemipilan yang optimal. Tandan yang dipipil tidak boleh hanya berguling saja pada bagian bawah dari dinding, tapi tetap melekat pada dinding silinder yang sedang berputar. Kecepatan putaran harus sedemikian rupa sehingga tandan terangkat setinggi mungkin pada dinding silinder untuk kemudian jatuh. Dengan demikian, akan diperoleh efek pemipilan yang dikehendaki.

Kecepatan putaran atau jumlah pusingan setiap menit dari sebuah tromol pemipil dapat dihitung dengan pendekatan rumus empiris sebagai berikut.

$$n = 40 = \frac{\sqrt{(D - d)/2}}{(D - d)}$$

Keterangan:

n = jumlah pusingan per menit (rpm),

40 = angka ketetapan/konstanta,

D = diameter dalam silinder (m),

d = diameter terkecil tandan diukur pada bagian yang paling tebal (m).

Sebagai contoh, diameter dalam tromol pemipil D= 2 m dan diameter penampang melintang tandan pada bagian yang paling tebal 30 cm (0,3 m). Dengan rumus diatas, diperoleh putaran tromol pemipil sebagai berikut.

$$\begin{aligned} n = 40 &= \frac{\sqrt{(2 - 0,3)/2}}{2 - 0,3} \\ &= 22 \text{ putaran per menit} \end{aligned}$$

b. Kerugian-kerugian pada pemipil

Kerugian yang terjadi pada proses pemipilan ada dua macam, yaitu kerugian minyak yang terserap oleh tandan kosong dan kerugian minyak dalam buah yang masih tertinggal di tandan (tidak membrondol). Tingkat kematangan buah dan metode perebusan buah sangat menentukan dalam keberhasilan proses pengolahan buah kelapa sawit. Semakin tinggi tingkat kematangan dan semakin lama waktu perebusan, semakin besar pula kemungkinan bahwa minyak akan meleleh keluar dari daging buah selama perebusan karena daging buah menjadi lunak. Pada saat proses pemipilan, minyak tersebut terserap oleh tandan.

Untuk mengurangi kehilangan minyak selama penampilan, dapat dilakukan dengan cara melakukan pengisian buah ke pemipil secara teratur dan tidak *overload* agar benturan antara tandan dengan brondolan yang rusak dagingnya tersebut dapat menjadi lebih singkat waktunya. Pemuatan alat pemipil yang berlebihan akan mengakibatkan pemipilan kurang sempurna dan mengakibatkan

banyak brondolan yang tidak terlepas dari tandannya. Pemipilan yang abik pun kadang-kadang tidak menjamin seluruh brondolan bisa terpipil. Gejala ini akan banyak dijumpai pada tandan yang taraf kematangannya rendah (buah mentah).

c. Penelitian terhadap proses perebusan dan pemipilan

Untuk dapat mengetahui apakah proses perebusan dan pemipilan telah terlaksana dengan baik maka tandan yang keluar dari pemipil harus diteliti dan dianalisis. Tandan yang belum cukup terpipil dikumpulkan untuk direbus ulang.

Dengan mengambil contoh tandan yang keluar dari pemipil, dapat diteliti hal-hal sebagai berikut.

- Banyaknya tandan kosong yang harus direbus ulang dalam satu hari. Hal ini dipakai dalam menghitung berkurangnya kapasitas PKS karena pekerjaan ulangan (*rework*).
- Brondolan yang masih terdapat dalam tandan kosong dianalisis secara teratur untuk mengetahui kerugian yang timbul. Hal ini berhubungan dengan efisiensi/ekstraksi PKS.
- Dalam jangka waktu tertentu, tandan kosong harus diambil untuk dianalisis minyak yang terserap oleh tandan kosong tersebut. Hal ini berhubungan dengan ekstraksi yang dihasilkan PKS.

Dari data tersebut, diperoleh angka kerugian minyak dalam buah yang tidak terpipil, di samping kerugian minyak dalam tandan kosong. Angka tersebut bersama dengan angka kerugian di bagian pengolahan secara keseluruhan. Hal ini sangat penting untuk mengadakan perbaikan pada proses pengolahan, baik mengenai cara kerja maupun efisiensi peralatan pengolahan.

4. Stasiun pencacahan (digester) dan pengempaan (presser)

Brondolan yang telah terpipil dari stasiun pemipilan diangkut ke bagian pengadukan/pencacahan (digester). Alat yang digunakan untuk pengadukan/pencacahan berupa sebuah tangki vertikal yang dilengkapi dengan lengan-lengan pencacah di bagian dalamnya. Lengan-lengan pencacah ini diputar oleh motor listrik yang dipasang di bagian atas dari alat pencacah (digester).

Putaran lengan-lengan pengaduk berkisar 25-26 rpm. Tujuan utama dari proses *digesting* yaitu mempersiapkan daging buah untuk pengempaan (*pressing*) sehingga minyak dengan mudah dapat dipisahkan dari daging buah dengan kerugian yang sekecil-kecilnya.

Brondolan yang telah mengalami pencacahan dan keluar melalui bagian bawah *digesters* sudah berupa 'bubur'. Hasil cacahan tersebut langsung masuk alat pengempaan yang berada persis di bagian bawah *digester*. Pada pabrik kelapa sawit, umumnya digunakan *screw press* sebagai alat pengempaan untuk memisahkan minyak dari daging buah. Proses pemisahan minyak terjadi akibat putaran *screw* mendesak bubur buah, sedangkan dari arah yang berlawanan tertahan oleh *sliding cone*. *Screw* dan *sliding cone* ini berada di dalam selubung baja yang disebut *press cage*, dimana dindingnya berlubang-lubang di seluruh permukaannya. Dengan demikian, minyak dari bubur buah yang terdesak ini akan keluar melalui lubang-lubang *press cage*, sedangkan ampasnya keluar melalui celah antara *sliding cone* dan *press cage*.

Selama proses pengempaan berlangsung, air panas ditambahkan ke dalam *screw press*. Hal ini bertujuan untuk pengenceran (*dilution*) sehingga masa bubur buah yang dikempa tidak terlalu rapat. Jika masa bubur buah terlalu rapat maka akan dihasilkan cairan dengan viskositas tinggi yang akan menyulitkan proses pemisahan sehingga mempertinggi kehilangan minyak. Jumlah penambahan air berkisar 10-15 % dari berat TBS yang diolah dengan temperatur air sekitar 90⁰ C. Proses pengempaan akan menghasilkan minyak kasar dengan kadar 50% minyak 45% air, dan 8% zat padat.

Alat pengempaan yang biasa digunakan di lingkungan PKS perkebunan besar berupa *screw press* dengan kapasitas olah 15-17 ton TBS per jam per unit dengan putaran *screw* 11-12 rpm. Lubang-lubang dinding *press cage* dibatasi maksimum 4 mm agar minyak yang dihasilkan tidak banyak kotoran. Celah antara *sliding cone* dan *press cage* dibatasi maksimum 6 mm agar kehilangan minyak yang terbawa oleh ampas bisa ditekan serendah mungkin.

5. Stasiun pemurnian (*clarifier*)

Stasiun pemurnian yaitu stasiun pengolahan di PKS yang bertujuan untuk melakukan pemurnian MKS dari kotoran-kotoran, seperti padatan, lumpur, dan air.

a. Tujuan pemurnian

Minyak kasar yang diperoleh dari hasil pengempaan perlu dibersihkan dari kotoran, baik yang berupa padatan (*solid*), lumpur (*sludge*), maupun air. Tujuan dari pembersihan/pemurnian minyak kasar yaitu agar diperoleh minyak dengan kualitas sebaik mungkin dan dapat dipasarkan dengan harga yang layak.

Minyak kasar yang diperoleh dari hasil pengempaan dialirkan menuju saringan segar (*vibrating screen*) untuk disaring agar kotoran berupa serabut kasar tersebut dialirkan ke tangki penampungan minyak kasar (*crude oil tank*). Minyak kasar yang terkumpul di *crude oil tank* (COT) dipanaskan hingga mencapai temperatur 95-100⁰C. Menaikkan temperatur minyak kasar sangat penting artinya, yaitu untuk memperbesar perbedaan berat jenis (BJ) antara minyak, air, dan *sludge* sehingga sangat membantu dalam proses pengendapan. Selanjutnya, minyak dari COT dikirim ke tangki pengendap (*continous settling tank/clarifier tank*).

Di *clarifier tank*, minyak kasar terpisah menjadi minyak dan *sludge* karena proses pengendapan. Minyak dari *clarifiertank* selanjutnya dikirim ke *oil tank*, sedangkan *sludge* dikirim ke *sludge tank*. *Sludge* merupakan fasa campuran yang mengandung minyak. Di PKK, *sludge* diolah untuk dikutip kembali pada minyak yang masih terkandung di dalamnya.

Pengolahan *sludge* umumnya menggunakan alat yang disebut *decanter* yang menghasilkan 3 fase, yaitu *light phase*, *heavy phase*, dan *solid*. *Light phase* merupakan fase cairan dengan kandungan minyak yang cukup tinggi. Oleh karena itu, fase ini harus segera dikembalikan (ke COT) dan siap untuk di proses kembali. *Heavy phase* merupakan fase cairan dengan sedikit kandungan minyak sehingga fase ini dikirim ke bak *fat pit* untuk kemudian diteruskan ke kolam limbah. Akumulasi dari *heavy phase* yang tertampung pada *fat pit* juga masih menghasilkan minyak. Minyak ini dikirim ke COT untuk di proses kembali. *Solid* merupakan padatan dengan kadar minyak maksimum 3,5% dari berat sampel. *Solid* yang dihasilkan ini selanjutnya diaplikasikan ke kebun pupuk.

b. Proses pemurnian MKS

Ada tiga metode yang dilakukan dalam pemurnian minyak kasar di PKS, yaitu metode pengendapan, metode pemusingan, dan metode pemisahan biologis.

- Metode pengendapan (*settling*) yaitu pemisahan minyak dan air karena terjadi pemisahan bagian yang lebih berat. Minyak berada di lapisan bagian atas karena berat jenisnya lebih kecil.
- Metode pemusingan (*centrifuge*) yaitu pemisahan dengan cara memusingkan minyak kasar sehingga bagian bawah yang lebih berat akan terlempar lebih jauh akibat adanya gaya sentrifugal.
- Metode pemisahan biologis yaitu pemecahan molekul-molekul minyak sebagai akibat dari proses fermentasi.

Untuk memahami tujuan dan hakekat pemurnian minyak kasar, perlu dipelajari sifat fisika-kimia dari minyak kasar tersebut. Minyak kasar hasil pengempaan dapat dirinci sebagai berikut.

- Campuran minyak dan air

Campuran yang unsurnya minyak dan air terbagi tidak terlalu sehingga dengan cepat dan mudah dapat dipisahkan. Minyak dalam campuran ini disebut minyak bebas karena tidak mempunyai afinitas apapun dengan air yang mengelilinginya. Minyak dari campuran jenis ini bila dibiarkan akan segera terpisah di atas lapisan air yang mengendap.

- Campuran homogen antara butir air dan minyak.

Campuran ini terbagi sangat halus. Dalam keadaan demikian, kedua unsur merupakan emulsi yang stabil.

- Emulsi air-minyak

Emulsi seperti ini boleh dikatakan tidak berarti dalam pemurnian minyak di pabrik kelapa sawit, asalkan dapat dijamin viskositas yang layak (Pada temperatur 80-90⁰C).

- Emulsi minyak-air

Jika integrasi minyak dalam air sedemikian jauhnya hingga terjadi homogenisasi maka akan diperoleh emulsi stabil. Namun, telah diketahui juga

bahwa tanpa integrasi minyak dan air yang intensif, bisa juga terbentuk emulsi stabil berkat adanya emulgator yang aktif. Asam lemak, zat lendir, serat halus, serta sisa sel merupakan emulgator atau stabilisator sehingga dapat menjadi emulsi hidup.

1. Pemisahan minyak dengan metode pengendapan

Jika minyak kasar yang ditampung di dalam tangki dibiarkan, isi tangki akan mengendap dan terbentuk beberapa lapisan sesuai dengan berat jenis dari fase yang terkandung dalam minyak kasar tersebut. Lapisan pertama merupakan lapisan minyak yang masih mengandung butir-butir air dan zat padatnya (proses penjernihan). Lapisan kedua merupakan lapisan air yang mengandung minyak dalam bentuk terhomogenisir. Kalau pun berbentuk emulsi, minyak ini dengan air merupakan emulsi yang hidup. Sementara, lapisan ketiga merupakan fase yang mengandung zat organik padat serta emulsi minyak-air yang tidak terpecahkan dan menjadi stabilisator dari emulsi tidak hidup.

2. Pemisahan minyak dengan metode pemusingan

Seperti telah kita ketahui, pemisahan minyak dapat dilakukan dengan pengendapan. Proses lanjutan (penjernihan) sebenarnya masih dapat dilakukan dengan pemanasan dan pengendapan. Namun, hal ini akan memakan waktu yang lebih lama dan berisiko meningkatkan bilangan peroksida dalam minyak akibat pemanasan yang berlebihan dalam tangki (meningkatkan oksidasi). Hal tersebut sangat tidak diinginkan karena akan menurunkan harga jual minyak sawit. Oleh karena alasan tersebut, proses penjernihan lebih disukai dengan metode pemusingan karena waktu pemisahannya lebih cepat dengan tingkat oksidasi yang terjadi jauh lebih kecil.

Metode pemisahan mesin putaran tinggi digunakan untuk memisahkan cairan yang tidak saling bersenyawa (tidak saling melarutkan), mempunyai berat jenis yang berbeda, dan benda padat yang terkandung di dalamnya. Fase yang lebih berat akan mendapat gaya sentrifugal yang lebih besar sehingga akan terlempar lebih jauh ke bagian luar dari sumbu putar. Dengan demikian,

pemusingan dapat digunakan dalam berbagai proses untuk pemisahan cairan-cairan atau antara cairan dengan bahan padat yang terkandung di dalamnya. Aplikasi dari prinsip pemisahan dengan metode pemusingan digunakan di PKS untuk melakukan tugas-tugas sebagai berikut.

- Menjernihkan minyak yang dihasilkan oleh proses pengendapan di *clarifier tank* sebelum di proses (dikeringkan) di *vacuum dryer*. Jenis pemusingan yang digunakan untuk aplikasi ini yaitu *oil purifier* yang memisahkan air dan kotoran-kotoran ringan yang terkandung dalam minyak.
- Mengutip kembali minyak yang masih terikut dengan lumpur (*sludge*) yang berasal dari *clarifier tank*. Jenis pemusingan yang digunakan untuk aplikasi ini yaitu *decanter, nozzle seperator*, atau kombinasi keduanya.

3. Pemisahan dengan cara biologis

Pemisahan yang dimaksud di sini yaitu pengutipan minyak yang dilakukan di *fat pit (sludge oil recovery system)*. Minyak yang diperoleh di *fat pit* ini sebagian terjadi karena proses biologi, yaitu terjadinya pemecahan molekul-molekul minyak sebagai akibat fermentasi. Minyak yang diperoleh dari *fat pit* selanjutnya dikembalikan ke *crude oil tank (COT)*, sedangkan sisa lumpur dan air dialirkan ke kolam limbah. Walaupun telah dilakukan pengutipan minyak semaksimal mungkin, tetapi pada sisa lumpur dan air yang dialirkan ke kolam limbah tersebut, masih saja ada minyak yang terikut. Minyak yang ikut ke kolam limbah ini dihitung sebagai kerugian (*losses*).

6. Stasiun pemisahan biji dan kernel

Proses pemisahan biji serabut dari ampas pengempaan bertujuan terutama untuk memperoleh biji sebesar mungkin. Kemudian, dari biji tersebut harus menghasilkan inti sawit secara rasional, yakni kerugian yang sekecil-kecilnya dengan hasil inti sawit yang setinggi-tingginya. Pemisahan biji dari gumpalan ampas pengempaan sangat dipengaruhi oleh segi-segi teknis dari proses yang mendahuluinya. Jika proses pemisahan serabut tidak menghasilkan biji yang

bersih maka sebab-sebab utama dari kegagalan tersebut dapat disebabkan oleh hal-hal berikut ini.

- Perebusan kurang baik sehingga biji sukar lepas dari serabut.
- Pengadukan yang kurang baik sehingga serabut masih melekat pada biji.
- Ampas pengempaan tidak cukup kering karena kondisi buah kurang bagus, tekanan pengempaan air terlalu banyak pada saat pengempaan, atau keausan pada *sliding cone* sudah berlebihan
- Pemuatan atau pengisian alat pemisah bij-serabut dengan ampas melebihi kapasitasnya.
- Daya kipas dan atau *ventilator* yang tidak cukup atau tidak sesuai dengan alat pemisah.
- Kotoran-kotoran berat, seperti batu, kerikil, dan lain-lain yang memperkecil kapasitas alat pemisah.
- Kebersihan alat tidak terpelihara sehingga mempengaruhi hasil kerja.

a. Metode pemisahan biji serabut

Cara yang umum digunakan untuk memisahkan biji dengan serabut kelapa sawit yaitu cara pneumatis dan mekanis. Pemisahan dengan cara pneumatis yaitu memisahkan biji dari serabut dengan menggunakan tarikan atau hisapan udara pada sebuah kolom pemisah. Gumpalan ampas pengempaan dipecah dengan *cake breaker conveyor*, lalu dijatuhkan dari bagian samping atas kolom pemisah. Sementara dari bagian tengah atas, diberi hisapan udara yang berasal dari *fan*. Pemisahan terjadi akibat adanya perbedaan berat antara dua jenis bahan yang hendak dipisahkan (biji dan serabut) akan tertarik ke atas, sedangkan biji akan jatuh ke bawah. Biji yang jatuh ke bawah langsung memasuki *nut polishing drum* (tromol pembersih biji) untuk membersihkan sisa-sisa serabut yang masih menempel pada biji. Selanjutnya, biji yang telah bersih ditampung dan dikeingkan di *nut silo*.

Pemisahan dengan cara mekanis tidak banyak tipe atau modelnya. Model yang paling banyak digunakan yaitu model ayakan. Ayakan ini berbentuk tromol segi delapan (oktagon) yang ke dalaman sisinya dibentuk oleh lembaran-lembaran

besi. Biji-biji dipisahkan dari serabut yang akan disaring melalui lubang-lubang lembaran besi tersebut. Kapasitas dari ayakan ini banyak tergantung dari ukuran lubang saringan. Oleh karena itu, ayakan ini lebih baik digunakan jika buah yang diolah mempunyai biji-biji besar dengan daging buah tipis.

b. Pengolahan dan pemisahan IKS

Pengolahan dan pemisahan IKS dilakukan dengan proses pengeringan biji, pemisahan biji, pemecahan biji, serta pemisahan kernel dan cangkang dengan teknik pemisahan basah yang dilanjutkan dengan pengeringan kernel.

1) Pengeringan biji

Biji bersih yang ditampung di *nut silo* dan dibiarkan beberapa lama untuk menjalani proses pengeringan dan penguapan kandungan air sehingga hubungan inti dan cangkang akan lekang atau *kocak*. Disamping penguapan, biji dalam *nut silo* juga mengalami proses fermentasi sehingga serabut yang masih menempel pada biji akan mengalami pelapukan.

Pengeringan biji di *nut silo* dilakukan dengan temperatur udara 60-80⁰ C dengan lama pengeringan antara 6-18 jam. Temperatur pengeringan tidak boleh kurang atau lebih dari yang ditetapkan. Jika temperatur kurang maka kadar air biji masih tinggi sehingga akan menyulitkan pemisahan inti dari cangkangnya. Sebaliknya, jika temperatur lebih tinggi akan menyebabkan kualitas inti rendah (berwarna gelap). Jika sistem pengeringan berjalan dengan baik maka kadar air dapat diturunkan dari 18% menjadi 12 %.

2) Pemisahan biji

Biji yang telah kering selanjutnya dibawa dengan *elevator* ke *nut grading* (tromol pemisah biji) untuk dipisahkan atas fraksi besar, sedang, dan kecil. Tujuan pemisahan biji yaitu untuk memperoleh efisiensi pemecahan biji yang optimal, di mana alat pemecah biji telah diset untuk memecahkan biji dengan ukuran tertentu.

3) Pemecahan biji

Biji yang telah dipilah selanjutnya diumpankan ke alat pemecah biji yang digunakan oleh PKS, yaitu *nut cracker* model rotor vertikal dan *nut cracker* model rotor horisontal (*ripple mill*).

Nut cracker rotor vertikal bekerja dengan prinsip pemecahan biji dengan melemparkan ke dinding penahan. Biji masuk dari bagian tengah rotor melalui satu lorong. Melalui suatu gerak putar, biji akan terlempar akibat gaya sentrifugal.

Biji akan mengalami benturan yang sangat keras sehingga pecah dan mengeluarkan inti yang ada di dalamnya. Selain biji, sebagian inti yang ada di dalamnya. Selain biji, sebagian inti sawit (*kernel*) juga ikut pecah. *Kernel* pecah ini harus dibatasi maksimum 10% karena *kernel* pecah sangat peka terhadap penjamuran dan pengasaman.

Pada *nut cracker* rotor horisontal (*ripple mill*), biji seakan dikupas pada suatu stator yang dibuat bergerigi ketika rotor berputar untuk menggerakkan biji-biji tersebut sehingga mengakibatkan biji terpecah. *Ripple mill* lebih banyak digunakan dibandingkan *nut cracker* rotor vertikal karena tanaman sawit yang banyak diusahakan saat ini yaitu dari jenis *Tenera*, di mana bijinya cenderung lebih kecil dan cangkangnya lebih tipis. Penggunaan *nut cracker* rotor vertikal kurang cocok untuk pemecahan biji-biji seperti ini karena efek pemecahan dengan pelemparan akan menyebabkan lebih banyak *kernel* yang ikut pecah.

4) Pemisahan kernel dan cangkang

Hasil pemecahan dari *nut cracker* berupa campuran *kernel*, cangkang dan kotoran halus selanjutnya dibawa dengan *conveyor* ke bagian pemisahan. Ada dua sistem atau metode pemisahan. Ada dua sistem atau metode pemisahan *kernel* dan cangkang, yaitu sistem pemisahan kering dan pemisahan basah. PKS di perkebunan besar umumnya menggunakan gabungan kedua sistem pemisahan tersebut.

Pemisahan kering (*dry separator*) dilakukan dalam suatu kolom vertikal (LTDS) dengan bantuan hisapan udara dari sebuah kipas, di mana fraksi yang lebih ringan (cangkang) akan terhisap ke bagian atas, sedangkan fraksi yang

ringan akan jatuh ke bawah. Untuk memperoleh *kernel* yang baik dengan *losses* rendah, pemisahan dilakukan dengan dua kolom pemisah. Setiap kolom pemisah bekerja secara dua tahap.

Pada kolom pemisah pertama (LTDS 1), terjadi pemisahan serabut, cangkang halus, dan debu yang timbul sebagai hasil pemecahan biji oleh *nut cracker*. Pada tahap pertama, digunakan hisapan udara dengan kecepatan 14-15 m/detik, di mana fraksi berat jatuh ke bawah dan fraksi ringan masuk ke tahap pemisahan kedua. Fraksi berat di sini berupa batu dan potongan besi. Sementara, fraksi ringan di sini berupa *kernel*, biji, cangkang dan debu. Pada tahap pemisahan kedua, digunakan hisapan udara dengan kecepatan 7,5-9,0 m/detik, di mana fraksi ringan berupa serabut, cangkang halus, dan debu bersama hisapan udara diteruskan ke cangkang *silo* untuk bahan bakar *boiler*. Cangkang besar dan *kernel* yang tidak terangkat masuk ke corong *air lock* menuju ke *kernel grading drum*, sedangkan *kernel* beserta cangkang besar masuk melalui corong untuk diumpankan ke kolom pemisahan kedua.

Pada kolom pemisah kedua (LTDS 2), dilakukan pemisahan dengan prinsip yang sama dengan kolom pemisah pertama, tetapi dengan kecepatan hisap udara yang lebih kecil. Pada tahap pertama, *kernel* dan cangkang kasar akan terpisah, di mana fraksi berat berupa *kernel* bulat jatuh ke bawah untuk selanjutnya dikirim ke *kernel silo*, sedangkan *kernel* halus, *kernel* pecah, sebagian *kernel* kasar, serta sedikit serabut dan cangkang halus masuk ke tahap pemisah kedua. Pada tahap kedua, dilakukan pemisahan di mana *kernel* kecil, *kernel* pecah, dan cangkang besar masuk melalui corong dari *air lock* menuju ke sistem pemisahan basah, sedangkan cangkang halus dan serabut terhisap untuk diteruskan ke *silo* cangkang dan digunakan sebagai bahan bakar *boiler*.

5) Pemisahan basah

Kernel kecil, *kernel* pecah, dan cangkang besar dari LTDS masih perlu dibersihkan, yaitu dengan pemisahan basah. Pemisahan basah bisa dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan sistem *clay bath* dan *hydrocyclone*. Pemilihan

salah satu alternatif dari kedua sistem dilakukan dengan perhitungan tertentu yang umumnya dikaitkan dengan letak (lokasi) di mana PKS berada.

Pemisahan dengan *clay bath* didasari oleh perbedaan berat jenis antara *kernel* (BJ= 1,07) dan cangkang (BJ=1,3). Campuran antar *kernel* dan cangkang dimasukkan ke dalam cairan tanah liat (BJ=1,2) yang bebas pasir sehingga *kernel* akan terapung dan cangkang akan tenggelam. Proses ini dilakukan dalam sebuah bak yang berbentuk kerucut dilengkapi dengan pompa untuk mensirkulasikan cairan tanah liat. Gerak cairan karena adanya sirkulasi akan membawa *kernel* menuju ayakan getar untuk dibersihkan dan selanjutnya dikirim ke *silo* pengering. Sementara, cangkang yang tenggela kemudian terdorong ke luar melalui pipa pengeluaran yang dipasang bagian bawah. Selanjutnya, cangkang tersebut dimasukkan ke *silo* cangkang untuk dijadikan bahan bakar *boiler*.

Prinsip pemisahan dengan *hydrocyclone* juga didasari oleh perbedaan berat jenis antara *kernel* dan cangkang. Pemisahan pada *hydrocyclone* dibantu dengan pusingan akibat gaya sentrifugal, sedangkan pada sistem *clay bath* pemisahan terjadi secara alamiah.

6) Pengeringan *kernel*

Kernel yang sudah terpisah dari cangkang dan masih mengandung 12% air dimasukkan ke *silo* pengering (*kernel dryer*) untuk diturunkan kandungan airnya hingga mencapai 7%. Pengeringan dilakukan dengan udara bertemperatur 60-70⁰ c selama 14-15 jam. Penurunan kadar air ini bertujuan untuk menonaktifkan kegiatan mikroorganisme sehingga proses kenaikan asam (*lauric acid*) dapat dibatasi pada saat *kernel* disimpan.

B. Stasiun Pendukung

Selain stasiun utama sebagai inti proses pengolahan, sebuah PKS memerlukan dukungan stasiun penunjang demi kelancaran operasional. Stasiun pendukung terdiri dari stasiun pembangkit tenaga kerja, laboratorium, stasiun pengolah air, stasiun limbah, stasiun penimbun produk, dan bengkel PKS.

1. Stasiun pembangkit tenaga

Sebagai sebuah unit produksi, PKS memerlukan sumber energi untuk menggerakkan mesin-mesin dan peralatan lain yang memerlukan tenaga dalam jumlah besar. Kebutuhan energi di PKS dipasok dari dua sumber, yaitu ketel uap (*boiler*) yang menghasilkan tenaga uap dan diesel genset. Pada pabrik kelapa sawit, tenaga uap yang dihasilkan oleh *boiler* pertama-tama dikonversi menjadi energi listrik melalui turbin. Kemudian, uap keluaran dari turbin ditampung dalam sebuah bejana tekan dan dimanfaatkan untuk proses perebusan buah dan keperluan proses pengolahan, seperti pemanasan minyak, *sludge*, *kernel*, dan lain-lain. Diesel genset merupakan sumber tenaga pembantu yang digunakan pada saat PKS akan memulai operasi atau pada saat PKS tidak beroperasi.

a. Ketel uap (*boiler*)

Ketel uap (*boiler*) merupakan suatu bejana/pesawat yang digunakan sebagai tempat untuk memproduksi uap (*steam*) sebagai hasil pemanasan air pada temperatur tertentu untuk kemudian dipergunakan di luar bejana/ pesawat tersebut.

PKS di lingkungan perkebunan besar umumnya menggunakan *boiler* jenis pipa air air (*water tube boiler*), yaitu Frasser, Babcock, atau Vickers Hoskins dengan kapasitas antara 18-20 ton uap/jam. Uap diperoleh dari hasil pemanasan air dalam pipa-pipa *boiler* yang berjumlah ratusan dengan memanfaatkan cangkang (*shell*) dan serabut (*fibre*) kelapa sawit sebagai bahan bakar yang disebut *boiler SPOF (solid palm oil fuel)*.

Pada PKS dengan kapasitas olah 30 ton TBS/jam, dipasang dua unit *boiler* yang dalam pemakaiannya hanya digunakan satu unit saja, sedangkan yang lain sebagai cadangan (*stand by*). PKS dengan kapasitas olah 60 ton TBS/jam, dipasang tiga unit *boiler*. Dua (2) unit digunakan selama proses pengolahan, sedangkan yang lain *stand by*.

b. Kamar mesin

Kamar mesin di PKS berfungsi sebagai tempat bagi alat-alat pembangkit tenaga listrik, baik berasal dari turbin maupun diesel genset. Turbin mengubah tenaga uap menjadi tenaga gerak/putaran melalui sudu-sudunya. Tenaga putaran ini selanjutnya memutar poros generator sehingga menghasilkan arus listrik. Diesel genset membangkitkan arus listrik dengan cara mengubah energi bahan bakar solar menjadi energi putaran yang selanjutnya digunakan untuk memutar poros generator.

Stasiun-stasiun pengolahan di PKS memerlukan arus listrik dengan daya yang berbeda-beda sehingga perlu diatur pembebanan pada masing-masing stasiun/ Oleh karena itu, kamar mesin dilengkapi dengan panel-panel kontrol listrik untuk mengatur penggunaan listrik untuk kepentingan PKS.

2. Laboratorium

Laboratorium berfungsi sebagai pusat pengendalian terhadap proses dan kualitas yang dihasilkan selama dan setelah proses produksi berlangsung. Hasil-hasil analisis laboratorium digunakan sebagai umpan balik bagi perbaikan dan peningkatan proses produksi. Analisa yang dilakukan di laboratorium meliputi hal-hal berikut ini.

- Analisis TBS (% JJK/TBS, % buah dan sampah/TBS, serta % kehilangan dalam rebusan/TBS).
- Analisis kehilangan minyak dalam JJK (%).
- Analisis buah yang telah direbus (% buah normal, % buah *parthenocarpic*, % buah yang belum berkembang, dan % sampah).
- Analisis ampas *press* (% biji terhadap ampas, % minyak dalam *fibre*, % biji pecah, serta % kadar air dan minyak pada biji).
- Analisis *fibre cyclone* (% *kernel* pecah, % *kernel* utuh, dan % total kehilangan *kernel*).
- Analisis biji dari *depericarper* (% cangkang/biji, % inti/biji, % kadar air biji, dan % biji/TBS).
- Analisis biji dari *nut silo* (% kadar air).
- Analisis pemecahan biji (% inti pecah dan % efisiensi pemecahan *ripple mill*).

- Analisis *losses kernel* pada LTDS.
- Analisis *losses kernel pada clay bath*.
- Analisis *kernel* produksi (% kotoran, % *kernel* pecah, % *kernel* berjamur, % kandungan air, % minyak dalam *kernel*, dan % FFA *kernel*).
- Analisis minyak kasar pada tangki COT (% minyak pada minyak kasar).
- Analisis minyak pada *oil tank* (% kadar air, dan % kotoran).
- Analisis *sludge* umpan *decanter* (% minyak dalam *sludge*).
- Analisis *solid decanter* (% minyak dalam *sampel*).
- Analisis *heavy phase decanter* (% minyak dalam *sampel*).
- Analisis *light phase decanter* (% kadar kotoran, dan % kotoran air).
- Analisis *final effluent* (% minyak dalam *effluent*).
- Analisis minyak sesudah *purifier* (% kadar kotoran, dan % kotoran air).
- Analisis minyak produksi (% kadar kotoran, % kadar air, dan % FFA).
- Analisis kolam limbah (*total solid, total alkalinity, volvatile faty acid*).
- Analisis *raw water* (penentuan dosis flokulan).
- Analisis air eks-*sand filter* (*total dissolved soild, total solid, dan suspended solid*).
- Analisis air umpan ketel (pH, *phenolphthalein alkalinty, total alkalinity, cholride, total hardness, total dissolved solid, dan silica*).
- Pemeriksaan air ketel (*sulphite, pH, phenolphthalein alkalinty, total alkalinity, cholride, total hardness, total dissolved solid, dan silica*).

3. Stasiun pengolahan air

Air merupakan kebutuhan vital bagi sebuah PKS karena sebagian besar proses pengolahan memerlukan air. Air yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat tertentu, seperti kesadahan dan kadar silika. Jika kurang memenuhi syarat, air harus diolah sebelum digunakan. Umumnya, air yang diperoleh dari sumbernya, seperti air hujan, air sungai, air sumur bor, dan lain-lain belum memenuhi persyaratan teknis untuk keperluan PKS dan persyaratan teknis untuk keperluan air minum.

Pengolahan air untuk kebutuhan PKS dimulai dari penampungan air hingga berbagai sumber pada sebuah waduk. Kemudian, air dari waduk dipompa ke tangki pengendapan (*clarifier tank*). Sebelum sampai ke tangki pengendapan, bahan kimia (*soda ash* dan *allum*) ditambahkan ke dalam air untuk mempercepat pengendapan partikel-partikel padat yang terdapat dalam air. Setelah itu, air dikirim ke bak pengendapan (*water setting basin*) untuk mendapatkan pengendapan lebih lanjut. Air dari bak pengendapan selanjutnya disaring dengan saringan bertekanan yang disebut *sand filter* untuk zat tersuspensi. Air hasil penyaringan di *sand filter* dikirim ke menara air (*water tower*) dan siap untuk diolah sesuai keperluan atau untuk memenuhi syarat-syarat teknis maupun higienis.

Untuk keperluan air minum, air hasil penyaringan perlu dilakukan proses sterilisasi untuk membersihkan air dari kuman-kuman biasa disebut dengan klorinasi karena pada umumnya digunakan senyawa *chlor*, misalnya kaporit (CaOCl_2). Dengan penambahan kaporit, protoplasma dari bakteri akan teroksidasi sehingga bakteri mati. Selain mengoksidasi protoplasma, senyawa *chlor* juga mengaborsi senyawa organik yang terdapat dalam air.

Untuk kebutuhan *boiler*, diperlukan air yang bebas dari kandungan mineral atau mendekati murni (kadar silika dan *hardness* rendah). Silika menyebabkan terbentuknya kerak-kerak pada pipa-pipa *boiler* sehingga efisiensi *boiler* menurun. Unsur-unsur kesadahan (seperti Mg, Ca, dan lain-lain) menyebabkan erosi pada sudu-sudu turbin. Dengan demikian, diperlukan proses pelunakan air, yaitu demineralisasi atau *softener* untuk menghilangkan unsur-unsur perusak tersebut. Pemilihan metode tergantung pada kondisi air yang tersedia di *water tower*. Proses demineralisasi bertujuan untuk mengurangi kesadahan, silika, dan TDS (*total dissolved solid*); sedangkan *softener* bertujuan untuk mengurangi kesadahan (*total hardness*).

4. Stasiun limbah

Air buangan pabrik merupakan faktor penyebab pencemaran pada media penerima. Untuk mengatasi pencemaran, air limbah pabrik harus diproses dan

dinetralsir sebelum dibuang ke lingkungan. Pengendalian limbah pabrik (*raw effluent*) yang berasal dari stasiun rebusan dan klarifikasi dimulai dari penampungan limbah tersebut pada *fat pit* dengan tujuan untuk mengurangi kadar minyak melalui prinsip pengendapan. Setelah itu, limbah didinginkan dengan cara mengalirkan limbah ke menara pendingin atau dapat juga dilakukan melalui aliran panjang dan terbuka, kemudian ditampung di kolam limbah. Pada kolam ini, limbah dikendalikan dengan proses fermentasi anaerobik maupun aerobik. Sistem ini dikenal dengan *ponding system*.

Limbah PKS banyak mengandung senyawa anorganik dan organik. Senyawa organik lebih mudah mengalami pemecahan dibandingkan senyawa anorganik. Bahan-bahan organik dapat dirombak oleh bakteri, baik secara anaerobik maupun secara aerobik. Keberhasilan perombakan bahan organik tergantung pada jumlah bakteri, jenis bakteri, dan kondisi limbah.

Pada proses fermentasi anaerobik (tidak memerlukan oksigen), tugas utama bakteri yaitu memecah berbagai macam senyawa yang lebih sederhana. Kemudian, bakteri melanjutkan perombakan asam organik menjadi gas *methane*. Bakteri yang aktif dalam perombakan ini yaitu bakteri metanogenik. Dalam proses fermentasi anaerobik, terjadi penurunan BOD (*biological oxygen demand*) hingga 30%.

Air limbah yang keluar dari kolam anaerobik masih mengandung bahan organik sehingga perombakan harus dilanjutkan dengan perombakan secara aerobik. Berbeda dengan fermentasi anaerobik, pada fermentasi aerobik justru diperlukan oksigen dalam proses perombakan, baik oksidasi dengan katalisator mikroorganisme maupun dengan katalisator kimia. Oleh sebab itu, pada fermentasi aerobik sebelumnya, dilarutkan oksigen dan diperoleh larutan oksigen yang tinggi. Cara melarutkan oksigen dalam air limbah bisa dilakukan dengan menggunakan kompresor, *blade*, dan lain-lain.

5. Stasiun penimbunan produk

Pertanda akhir dari perubahan sifat-sifat minyak nabati yaitu pada saat setelah menjalani proses penghilangan bau (*deodorization*). Jika cara pengolahan

sebelumnya dan bahan hasil olahan yang diperoleh cukup baik dan sempurna maka produk akan memberikan sifat-sifat, yaitu tanpa rasa dan bau, warna yang pucat, bebas dari peroksida, serta penularan. Proses penghilangan bau dikerjakan dengan penyulingan sisa ALB dan bahan perusak kualitas lain yang dapat menimbulkan bau dan rasa. Hal-hal yang sering terjadi dan menyebabkan rusaknya kualitas minyak nabati umumnya disebabkan oleh hal berikut ini.

- Rusak oleh pengaruh udara.
- Rusak akibat kontaminasi air dan kotoran.
- Rusak akibat oksidasi (pemanasan terlalu tinggi dan berlebihan).

Produk yang rusak harus diproses kembali atau hanya dapat dipergunakan sebagai produk dengan kualitas rendah. Oleh karena itu, perlu diperhatikan beberapa hal dalam pelaksanaan penyimpanan produk minyak nabati antara lain mencegah kerusakan kualitas akibat oksidasi, mencegah kombinasi oleh air dan kotoran, serta mencegah kontaminasi oleh jasad renik dan hidrolisis.

a. Mencegah kerusakan kualitas akibat oksidasi

Langkah perusakan akibat oksidasi yaitu terbentuknya peroksida. Kemudian, peroksida terurai menjadi karbonil, dimerisasi, dan polimerisasi. Hal ini kemudian dipercepat oleh adanya peningkatan temperatur, desakan oksigen, bertambahnya kepekatan hasil oksidasi, katalisator logam oksidator, lipoksidasi, dan senyawa hematin. Keadaan tersebut masih berkelanjutan, yaitu menyusutnya kadar antioksidan dan logam deaktivator serta bertambahnya intensitas cahaya, ionisasi, dan radiasi.

Sehubungan dengan keadaan tersebut diatas, sangat disarankan untuk melakukan seluruh aktivitas dengan temperatur serendah mungkin. Umumnya, setelah proses penghilangan bau, minyak produksi didinginkan samapi temperatur sekita 50-70⁰ C.

b. Mencegah kontaminasi oleh air dan kotoran

Kontaminasi oleh air sering disebabkan karena kebocoran pipa uap pemanas dalam tangki timbun. Kadar air yang tinggi dapat mengakibatkan

kontaminasi oleh hidrolisis atas jasad renik. Kadar kotoran yang tinggi disebabkan oleh kurang bersihnya tangki timbun atau kurang baiknya proses atau peralatan pengolahan.

c. Mencegah kontaminasi oleh jasad renik dan hidrolisis

Jasad renik, terutama ragi, jamur, dan beberapa bakteri sering kali menghasilkan enzim lipase. Proses hidrolisis bisa terjadi akibat enzim lipase. Untuk mengurangi kegiatan enzim, penimbunan produk dilakukan pada temperatur sekitar 55⁰ C.

6. Bengkel PKS

Proses pengolahan kelapa sawit di PKS sangat tergantung dari jumlah dan kualitas TBS yang dihasilkan oleh kebun. Produksi TBS tinggi menghatuskan PKS beroperasi dengan jam olah yang tinggi karena TBS yang diabaikan terlalu lama *restan* akan mengakibatkan peningkatan kadar asam lemak bebas. Ekstraksi minyak dan inti sawit selain dipengaruhi oleh kualitas TBS, juga sangat tergantung dari proses pengolahan dan kondisi alat pengolahan. Untuk mencapai jam olah yang tinggi dan kualitas produk yang baik, PKS harus didukung oleh sebuah bengkel yang mempunyai bagian mekanikal dan elektrikal.

Bagian mekanikal melakukan pemeliharaan umum terhadap semua peralatan pabrik. Jenis pekerjaan yang dilakukan antara lain pelumasan, perbaikan alat-alat, pembuatan suku cadang, maupun modifikasi peralatan sesuai dengan kondisi di lapangan. Bagian mekanikal didukung oleh peralatan bengkel, seperti mesin bubut, mesin skrap, mesin gerinda, mesin bor, mesin las (listrik maupun asetilen), mesin pengolahan, mesin potong (asetilen atau plasma), mesin gergaji besi, serta peralatan bengkel umum lainnya.

Bagian elektrikal melakukan pemeliharaan terhadap seluruh peralatan listrik di PKS, terutama motor listrik yang berjumlah ratusan. Jenis pekerjaan yang dilakukan antara lain perawatan panel-panel listrik, pembuatan atau modifikasi sirkuit listrik, dan pembuatan gulungan kawat bagi motor-motor listrik yang telah terbakar.

BAB IV

EFISIENSI PENGOLAHAN PKS

Untuk memperkuat daya saing minyak sawit di pasaran internasional, produsen melakukan peningkatan produktivitas dan kualitas serta meningkatkan efisiensi pengolahan sehingga biaya produksi per satuan hasil atau harga pokok penjualan dapat ditekan. Dalam upaya penekanan, biaya harga pokok secara khusus perlu dilakukan pengkajian terhadap struktur biaya produksi untuk landasan efisiensi usaha. Efisiensi di sini dapat dipandang dari dua sisi, yaitu sisi teknik teknologis dan sisi ekonomis.

A. Efisiensi teknik teknologis

Efisiensi teknik teknologis didefinisikan sebagai efektivitas dan produktivitas dalam pengoperasian suatu pabrik. Suatu pabrik dikatakan kurang efisien jika angka *losses*, kualitas, ekstraksi minyak dan inti sawit, serta kapasitas produksi tidak sesuai dengan norma standar. Hal ini dapat diketahui dari kapasitas olahan yang tidak sesuai dengan kapasitas desain, *losses* yang tinggi, dan kualitas yang rendah.

Agar pengoperasian PKS dapat diarahkan kepada pencapaian efisiensi dan produktivitas sesuai dengan yang diinginkan maka perlu dibuat standar yang meliputi kinerja pabrik, parameter kualitas minyak, kehilangan minyak dan inti, serta angka kerja pengolahan. Selain standar pabrik, perlu juga dibuat standar untuk kematangan buah mempunyai kontribusi terhadap efektivitas pengolahan di pabrik.

Angka-angka kerja pengolahan

Agar pengoperasian PKS dapat diarahkan untuk pencapaian efisiensi dan produktivitas, perlu adanya parameter untuk perlakuan atau pengoperasian alat-alat/ mesin yang ada di PKS, seperti disajikan pada Tabel 1.

1. Angka-angka kehilangan minyak dan inti

Ekstraksi atau pengutipan minyak dari buah kelapa sawit tidak akan pernah mencapai 100 %. Kehilangan minyak pasti terjadi, tetapi harus diusahakan sekecil mungkin atau pada batas-batas yang telah ditolerir.

Tabel 1. Angka-angka standar pengolahan

No.	Karakteristik	Batasan
1	Tekanan rebusan (kg/cm ²)	2,8
2	Waktu rebusan sistem <i>triple peak</i> (menit)	80-90
3	Waktu rebusan sistem <i>double peak</i> (menit)	90-100
4	Temperatur steam pemipilan (°C)	100-105
5	Tekanan kerja pengempaan (bar)	50-75
6	Temperatur pada seluruh unit di stasiun pemurnian (°C)	85-95
7	Tekanan <i>vacuum dryer</i> (torr)	50
8	Temperatur <i>hot water tank</i> (°C)	50-90
9	Pemakaian air pengencer di pengempaan (% TBS)	14
10	Pemakaian air di <i>vibrating screen</i> (% TBS)	14
11	Pemakaian air di <i>sludge separator</i> (% TBS)	28
12	Temperatur di bagian atas <i>nut silo</i> (°C)	70
13	Temperatur di bagian tengah <i>nut silo</i> (°C)	60
14	Temperatur di bagian bawah <i>nut silo</i> (°C)	50
15	Temperatur di bagian atas pengering <i>kernel</i> (°C)	80
16	Temperatur di bagian tengah pengering <i>kernel</i> (°C)	70
17	Temperatur di bagian bawah pengering <i>kernel</i> (°C)	60

Salah satu parameter untuk menentukan apakah suatu PKS dapat dikatakan bekerja efektif dan efisien yaitu angka-angka kehilangan minyak dan inti yang sudah distandarkan, seperti yang ditampilkan pada Tabel 2. Jika pada suatu proses pengolahan proses angka-angka kehilangan minyak yang terjadi melebihi dari

angka-angka yang telah distandarkan maka dapat dikatakan pabrik tersebut kurang efisien dan efektif.

Tabel 2. Standar kehilangan minyak dan inti (%) terhadap tbs

No	Karakteristik	Batasan
	Minyak Sawit (MKS)	
1	Draf akhir <i>fat pit</i> (% NOS)	< 14,0
2	Draf akhir <i>fat pit</i> (% sampel)	0,40-0,90
3	Serabut (% NOS)	6,42-9,00
4	Serabut (% sampel)	4,00-6,00
5	Tandan kosong (% NOS)	3,00-3,75
6	Tandan kosong (% sampel)	< 2,0
7	Buah ikut tandan kosong (JJK) (% NOS)	2,30-2,50
8	Buah ikut tandan kosong (JJK) (% sampel)	0,50-3,75
9	<i>Nut</i> (% sampel)	< 0,50
10	<i>Decanter solid</i> (% NOS)	< 10,00
11	<i>Decanter solid</i> (% sampel)	< 2,50
	Total PKS Baru (< 10 tahun) (%)	< 1,65
	Total PKS Lama (< 10 tahun) (%)	< 1,90
	Inti Sawit (IKS)	
1	Serabut (% sampel)	< 15,00
2	LTDS I (% sampel)	< 2,00
3	LTDS II (% sampel)	< 1,00
4	<i>Hydrocyclone</i> (%)	< 5,00
5	<i>Clay bath</i> (%)	< 1,50
6	Total PKS (%)	0,60

2. Kontribusi derajat kematangan buah terhadap efisiensi pengolahan

Selain kondisi proses pabrik, tingkat efektivitas dan efisiensi pengolahan kelapa sawit juga dipengaruhi oleh derajat kematangan buah yang dapat diketahui

melalui sortir buah sebelum diolah. Agar proses di PKS dapat berjalan dengan efektif dan efisien maka perlu ditetapkan standar kematangan buah yang dipanen.

Derajat kematangan buah yang telah distandarkan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Standar kematangan buah

No	Fraksi Buah	Persyaratan	Sifat Fraksi	Jumlah Brondolan
1	Fraksi 00 (F-00)	0,00%	Sangat rendah	Tidak ada
2	Fraksi 0 (F-0)	< 5,00%	Mentah	1-12,5% buah luar
3	Fraksi 1 (F-1)	0,00%	Kurang mentah	12,5-25% buah luar
4	Fraksi 2 (F-2)	> 90,00%	Matang	25-50% buah luar
5	Fraksi 3 (F-3)	0,00%	Matang	50-75% buah luar
6	Fraksi 4 (F-4)	< 3,00%	Lewat matang	75-100% buah luar
7	Fraksi 5 (F-5)	< 2,00%	Teralalu matang	Buah dalam ikut membrondol
8	Brondolan	9,50%		
9	Tandan kosong	0,00%		
10	Panjang tangkai TBS	< 2,5 cm		

Dengan terpenuhinya persyaratan kematangan buah, diharapkan produk minyak dan inti sawit mempunyai kualitas yang baik dengan kehilangan minyak dan inti sawit rendah sehingga mencapai efektivitas pengutipan minyak dan inti sawit yang tinggi. Sebagai acuan untuk mengetahui kualitas produksi yang dihasilkan, perlu ditetapkan standar kualitas minyak dan inti sawit. Dengan demikian, bisa diketahui nilai efektivitas dan efisiensi suatu PKS. Standar kualitas minyak dan inti sawit disajikan pada Tabel 4.

3. Kapasitas olah PKS

Produktivitas PKS dinilai tinggi bila mencapai indeks prestasi 2,51-3,00; produktivitas sedang dengan indeks prestasi 2,01-2,50; dan produktivitas rendah dengan indeks prestasi 1,00-2,00. Indeks prestasi ini didapatkan dari hasil penjumlahan beberapa parameter, yaitu sebagai berikut.

Tabel 4. Standar kualitas minyak dan inti sawit

No	Karakteristik	Batasan
Minyak sawit (MKS)		
1	Kadar asam lemak bebas (%)	< 3,50
2	Kadar air (%)	< 0,10
3	Kadar kotoran (%)	< 0,01
4	DOBI (<i>deterioration of bleachability index</i>)	≥ 2,40
Inti sawit (IKS)		
1	Kadar air (%)	< 7,00
2	Kadar kotoran (%)	< 6,00
3	Inti pecah (%)	< 25,00
4	Inti berubah warna (%)	< 40,00

- Rasio kapasitas olah (KO) dengan kapasitas terpasang (KT), yaitu (KO/KT).
- Rata efisiensi pengutipan minyak (EPM) dan efisiensi pengutipan inti (EPI).
- Rasio jam kerja efektif dan ja kerja PKS.

Produktifitas PKS dapat dinaikkan dengan menambah jam olah, menambah hari pengolah, seta mengurangi waktu stagnasi. Kemungkinan lain yaitu pada siklus perebusan yang tidak mungkin dapat dipertahankan lagi selama 90 menti atau batas-batas kontrol yang selama ini dipakai. Batas-batas ini harus diperbaiki/diubah berdasarkan data lapangan atau analisis *quality control*. Perubahan ini terutama akibat adanya keterlambatan dalam proses perebusan karena harus merebus ulang buah mogol, di samping akibat adanya lori buah yang terjatuh dan menyebabkan stagnasi.

Sistem perawatan yang tidak baik dan berkesinambungan dapat menyebabkan kerusakan alat-alat/mesin. Hal ini dapat menyebabkan penurunan jam olah, kapasitas olah, serta efisiensi pengutipan minyak dan inti sawit. Sinkronisasi pengolahan dan kesinambungan antar unit pengolahan merupakan faktor yang berperan dalam upaya peningkatan produktivitas PKS.

B. Kajian ekonomis

Efisiensi ekonomis didefinisikan sebagai besarnya keluaran per unit masukan yang dinyatakan dalam biaya dan hasil. Suatu pabrik dikatakan efisien jika biaya untuk menghasilkan keluaran lebih kecil dari nilai keluaran. Ukuran efisiensi dapat dikembangkan dengan menghubungkan biaya *real* yang terjadi dengan suatu standar, yaitu berupa biaya yang seharusnya terjadi untuk menghasilkan keluaran tertentu. Keluaran adalah produksi minyak dan inti sawit yang diusahakan sebanyak mungkin dengan biaya tertentu. Dalam konteks ini, ukuran efisiensi adalah biaya produksi yang mencakup biaya pengolahan. Lebih rincinya, efisiensi adalah biaya per unit pengolahan.

1. Struktur biaya

Tahap awal dari analisis biaya adalah untuk melihat sektor-sektor mana yang mengeluarkan biaya paling banyak dan kemungkinan bisa dikurangi. Oleh karena itu, sebelum dilakukan analisis biaya pengolahan, terlebih dahulu diperhatikan biaya produksi sebab biaya pengolahan merupakan komponen biaya produksi. Struktur biaya produksi di sini yaitu, biaya tanaman dan biaya pengolahan. Namun, berdasarkan pengalaman telah diketahui bahwa hampir 80% dari biaya produksi didominasi oleh biaya tanaman. Sementara, 20% lainnya berupa biaya pengolahan. Kajian pada struktur biaya pengolahan menunjukkan bahwa komponen biaya mesin dan pemeliharaan pabrik sangat tinggi bila dibandingkan dengan biaya pengolahan lainnya.

Tabel 5. Persentase komponen biaya terhadap biaya pengolahan total sebuah pabrik kelapa sawit

No	Komponen Biaya	1989	1990	1991	1992	Rata-rata
1	Gaji dan tunjangan staf	3,17	2,40	4,14	3,02	3,18
2	Gaji dan lembur nonstaf	12,73	9,91	15,01	15,43	13,27
3	Alat-alat dan perkakas kecil	0,28	0,46	0,66	0,20	0,40
4	Bahan kimia dan pelengkap	2,10	2,54	2,90	1,40	2,24
5	Biaya analisis	0,39	0,71	0,18	0,19	0,37
6	Bhan bakar dan pelumas	4,07	3,08	5,48	2,91	3,89
7	Biaya tenaga listrik	13,27	9,92	14,31	14,43	12,98
8	Biaya air	1,81	1,62	2,03	0,91	1,59
9	Angkutan sampah dan janjang kosong	2,27	5,77	0,59	6,09	3,68
10	Pemeliharaan bangunan pabrik	0,50	7,89	0,43	1,33	2,54
11	Pemeliharaan mesin dan perlengkapan pabrik	56,87	53,39	51,33	50,23	52,96
12	Perabot dan perlengkapan kantor	0,15	0,00	0,03	0,00	0,05
13	Biaya pengiriman	0,79	1,15	1,11	2,00	1,26
14	Asuransi pabrik	1,60	1,16	1,80	1,86	1,61
	Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabel 6. Persentase biaya per unit pengolahan pada sebuah pks

No	Komponen Biaya	1989	1990	1991	1992	Rata-rata
1	Stasiun penerimaan buah	1,34	1,84	2,54	2,10	1,96
2	Stasiun rebusan	10,41	11,33	14,85	9,64	11,56
3	Stasiun pemipilan	11,98	18,73	13,60	8,33	13,16
4	Stasiun pengempaan	20,81	25,90	32,00	15,98	23,67
5	Stasiun pemurnian	33,93	30,26	20,09	15,80	25,02
6	Stasiun pengolahan inti	5,74	2,59	5,54	11,65	6,38
7	Stasiun pengolahan inti	11,36	5,51	10,87	33,35	15,27
8	Stasiun <i>boiler</i>	3,87	1,44	0,00	0,43	1,44
9	Kamar mesin	0,53	1,30	0,50	2,71	1,26
10	Stasiun <i>water treatment</i>	0,03	1,10	0,01	0,01	0,29
	Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

2. Harga pokok

Harga pokok adalah gambaran kuantitatif dari pengorbanan yang harus dilakukan oleh produsen untuk mendapatkan nilai tambah produk di pasar. Harga pokok merupakan dasar untuk menentukan harga jual. Penentuan harga pokok minyak sawit dilakukan dengan metode biaya proses, yaitu dengan pembebanan biaya produksi selama proses atau kegiatan produksi lainnya dan membagikan biaya tersebut sama rata kepada produk yang dihasilkan dalam periode yang bersangkutan.

Harga pokok minyak dan inti sawit mencerminkan besarnya biaya produksi per satuan produksi. Harga pokok di tingkat kebun belum termasuk beban biaya penyusutan dan pemasaran yang biasanya dibebankan dari kantor pusat. Besar-kecilnya harga pokok tergantung pada biaya produksi total. Sementara, biaya produksi total tergantung pada biaya pemeliharaan tanaman, biaya panen dan transportasi buah, serta biaya pengolahan.

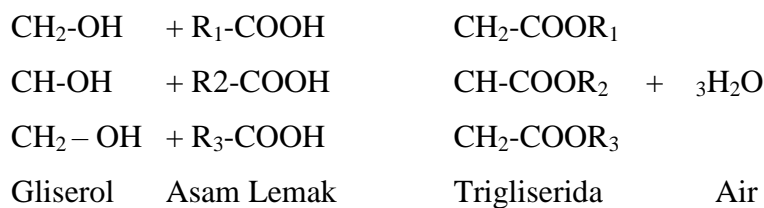
C. Penanganan Produk Kelapa Sawit

Penanganan produk yang baik akan membantu usaha mempertahankan mutuproduk yang baik. Pengetahuan tentang komposisi dan sifat produk serta faktor-faktor yang mempengaruhi kerusakan MKS akan sangat bermanfaat untuk menangani produk secara tepat.

1. Komposisi dan sifat produk

Minyak dan lemak terdiri dari gliserida campuran yang merupakan ester dari gliserol dan asam lemak rantai panjang. Minyak dan lemak dalam bentuk umum tidak berbeda trigliseridanya, hanya berbeda dalam bentuk (wujud).

Disebut minyak jika bentuknya cair dan lemak jika bentuknya padatan. Trigliserida adalah senyawa kimia terdiri dari ikatan gliserol dengan 3 molekul asam lemak.

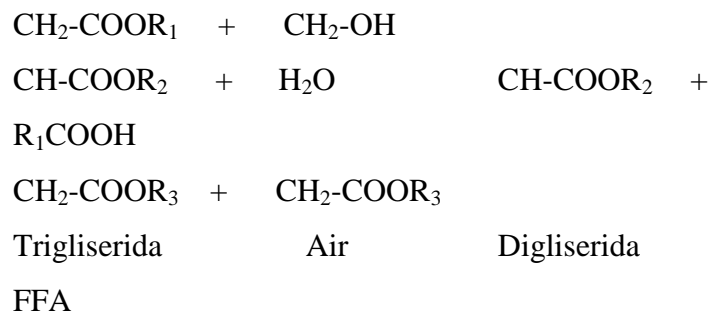


Asam lemak dapat berasal dari tipe yang sama maupun yang tidak sama. Sifat trigliserida akan tergantung pada perbedaan asam-asam lemak yang bergabung untuk membentuk trigliserida. Perbedaan asam-asam lemak ini tergantung pada panjang rantai dan derajat kejenuhannya. Asam lemak yang memiliki rantai pendek memiliki titik leleh (*melting point*) yang lebih rendah dan lebih mudah larut dalam air. Sebaliknya, semakin panjang rantai asam-asam lemak, akan menyebabkan titik leleh yang lebih tinggi. Titik leleh juga tergantung pada derajat ketidakjenuhan. Asam-asam yang tidak jenuh memiliki titik leleh yang lebih rendah dibandingkan dengan asam-asam lemak jenuh yang memiliki panjang rantai serupa.

Dua jenis asam lemak yang paling dominan dalam minyak sawit yaitu asam palmitat C16:0 (jenuh) dan asam oleat C18:1 (tidak jenuh). Umumnya, komposisi asam lemak minyak sawit sebagai berikut.

C12:0	Laurat	- 0,2%
C14:0	Myristat	- 1,1%
C16:0	Palmitat	- 44,0%
C18:0	Stearat	- 4,5%
C18:1	Oleat	- 39,2%
C18:2	Linoleat	- 10,1%
	Lainnya	- 0,9%

Minyak tersebut jika dihidrolisis akan menghasilkan 3 molekul asam lemak rantai panjang dan 1 molekul gliserol. Reaksi hidrolisis secara kimia sebagai berikut.



Gliserida dalam minyak bukan merupakan gliserida sederhana, tetapi merupakan campuran yaitu molekul gliserol berikatan dengan lemak asam lemak yang berbeda. Asam lemak bebas yang terbentuk hanya terdapat, dalam jumlah kecil dan sebagian besar terikat dalam ester. Trigliserida dapat berbentuk cair atau padat, tergantung asam lemak yang menyusunnya. Trigliserida akan berbentuk cair jika mengandung sejumlah besar asam lemak titik jenuh yang mempunyai titik cair rendah. Secara alamiah, asam lemak jenuh yang mengandung atom karbon C₁-C₈ berbentuk cair, sedangkan jika lebih dari C₈ akan berbentuk padat.

Minyak kelapa sawit adalah minyak nabati semipadat. Hal ini karena minyak sawit mengandung sejumlah besar asam lemak tidak jenuh dengan atom karbon lebih dari C₈. Warna minyak ditentukan oleh adanya pigmen yang dikandung. Minyak sawit berwarna kuning karena kandungan beta karoten yang merupakan bahan vitamin A.

Tabel 7. Komponen dalam minyak kelapa sawit

No.	Komponen	Kuantitas
1	Asam lemak bebas (%)	3,0-4,0
2	Karoten (ppm)	500-700
3	Fosfolipid (ppm)	500-1.000
4	Dipalmito stearin (%)	1,2
5	Tripalmitin (%)	5,0
6	Dipalmitolein (%)	37,2
7	Palmito stearin olein (%)	10,7
8	Palmito olein (%)	42,8
9	Triolein linole (%)	3,1

2. Faktor-faktor yang mempengaruhi kerusakan MKS

MKS yang disimpan akan mengalami penurunan mutu jika tidak ditangani dengan tepat, terutama karena terjadinya reaksi oksidasi dan hidrolisis.

a. Reaksi perubahan kualitas minyak

Kerusakan yang terjadi pada minyak dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti absorpsi bau dan kontaminasi, aksi enzim, aksi mikroba, serta dan reaksi kimia.

1) Absorpsi bau dan kontaminasi

Salah satu kesulitan dalam penanganan dan penyimpanan bahan yang mengandung minyak (lemak) yaitu usaha mencegah pencemaran bau dan kontaminasi dari alat penampung. Hal ini karena minyak (lemak) dapat mengabsorpsi zat menguap atau bereaksi dengan bahan lain. Adanya absorpsi dan

kontaminasi dari wadah ini akan menyebabkan perubahan pada minyak, di mana akan menghasilkan bau tengik sehingga menurunkan kualitas minyak.

Proses abrso dan kontaminasi dari tempat penyimpanan dapat dihindari dengan pemakaian bahan yang sesuai. Untuk penampungan dan penyimpanan minyak kelapa sawit, bisa dipakai bahan dari *stainless* atau *mild steel* yang dilapisi dengan cat *epoxy*. Bahan yang berasal dari seng tidak dianjurkan untuk temoat penyimpanan minyak sawit.

2) Aksi enzim

Biasanya, bahan yang mengandung minyak (lemak) mengandung enzim yang dapat menghidrolisi. Jika organisme telah amti maka koordinasi antarsel akan rusak sehingga enzim akan bekerja dan merusak minyak. Indikasi dari aktivitas enzim dpat diketahui dengan mengukur keaikan bilangan asam.

Adanya aktivitas enzim akan menghidrolisis minyak sehingga menghasilkan asam lemak bebas dan gliserol. Kandungan asam lemak bebas yang tinggi akan menghasilkan bau tengik dan rasa yang tidak enak. Asam lemak bebas juga dapat menyebabkan warna gelap dan proses pengkaratan logam. Untuk mengurangi aktivitas enzim ini, bisa diusahakan dengan penyimpanan minyak pada kondisi panas, minimal 50⁰C.

3) Aksi mikroba

Kerusakan minyak oleh mikroba (jamur,ragi, dan bakteri) biasanya terjadi jika masih terdapat dalam jaringan. Namun, minyak yang telah dimurnikan pun masih mengandung mikroba yang berjumlah maksimum 10 organisme setiap gramnya. Dalam hal ini, minyak dapat dikatakan steril. Kerusakan yang dapat ditimbulkan oleh mikroba antara lain produksi asam lemak bebas, bau sabun, bau tengik, dan perubahan warna miyak.

4) Reaksi kimia

Kerusakan minyak kelapa sawit terutama disebabkan karena faktor absorpsi dan kontaminasi, sedangkan aksi enzim dan aksi mikroba selama ini kurang

diperhatikan dan dapat diabaikan. Hal ini disebabkan karena faktor penyebab tersebut pengaruhnya memang kecil terhadap pengaruhnya produk minyak kelapa sawit. Faktor penyebab kerusakan minyak kelapa sawit yang perlu mendapat perhatian dan besar pengaruhnya yaitu kerusakan karena reaksi kimia, yaitu hidrolisis, oksidasi, polimerasi, dan lain-lain.

Dalam reaksi hidrolisis, minyak akan diubah menjadi asam lemak bebas dan gliserol. Hal ini akan merusak minyak dengan timbulnya bau tengik. Untuk mencegah terjadinya hidrolisis, kandungan air dalam minyak harus diusahakan seminimal mungkin.

Reaksi oksidasi minyak sawit akan menghasilkan senyawa *aldehida* dan *keton*. Adanya senyawa ini tidak disukai karena menyebabkan ketengikan. Pengaruh lain akibat oksidasi yaitu perubahan warna karena kerusakan pigmen warna, penurunan kandungan vitamin, dan keracunan. Salah satu cara yang bisa dilakukan untuk menghambat reaksi oksidasi yaitu dengan pemanasan ($50-55^{\circ}\text{C}$) yang mematikan aktivitas mikroorganisme.

Reaksi polimerasi merupakan penggabungan satu molekul dengan molekul lain sehingga membentuk molekul lain yang lebih besar sehingga membentuk molekul lain yang lebih besar dengan berat molekul yang lebih besar. Polimerisasi pada minyak merupakan kelanjutan dari reaksi oksidasi dan pemanasan. Polimer yang terbentuk mempunyai titik cair yang lebih tinggi dari trigliserida. Jika disimpan dalam temperatur kamar, polimer akan membentuk kristal-kristal halus yang sukar larut dalam minyak. Jika polimerisasi berlanjut terus, akan terbentuk bahan *gum* yang mengendap.

5) Upaya untuk mempertahankan nilai DOBI MKS

Minyak kelapa sawit mengandung zat warna, seperti karoten dan turunannya yang memberikan warna merahkuning pada minyak. Warna tersebut kurang disukai konsumen. Terlebih lagi, hal ini dikarenakan reaksi pada temperatur tinggi dapat mengubah karoten menjadi senyawa yang berwarna kecokelat-cokelatan dan larut dalam minyak sehingga semakin sukar untuk

dipucatkan (kemampuan untuk dipucatkan semakin berkurang). Penurunan daya pemucatan ini disebut DOBI (*deterioration of Bleachability Index*).

Adanya warna dan bilangan DOBI yang rendah tidak disukai dalam industri karena minyak sawit semakin sulit untuk dipucatkan. Berdasarkan evaluasi terhadap nilai DOBI minyak sawit semakin sulit untuk dipucatkan. Berdasarkan evaluasi terhadap nilai DOBI minyak sawit, nilai DOBI minyak sawit dapat dikelompokkan 4 macam, yaitu sebagai berikut.

- $DOBI < 1,7$ -berarti jelek
- $1,8 < DOBI < 2,3$ -berarti kurang jelek
- $2,4 < DOBI < 2,9$ -berarti cukup
- $DOBI > 2,9$ -berarti baik

Dalam industri hilir, pemucatan minyak kelapa sawit dapat dilakukan dengan proses absorpsi dengan reaksi kimia. Proses absorpsi dilakukan dengan menggunakan bahan *bleaching clay* (*floridin* dan *kaolin*), *bleaching carbon*, serta *activated carbon*. Pemucatan dengan reaksi kimia bisa dilakukan dengan oksidasi menggunakan peroksida, dikromat chlorin, dan lain-lain. Selain itu, pemucatan juga bisa dilakukan dengan reaksi reduksi menggunakan garam-garam natrium bisulfit atau natrium hidrosulfit.

Bilangan DOBI merupakan gambaran kerusakan minyak akibat proses oksidasi yang terjadi sejak panen, lalu dilanjutkan pada proses pengolahan, penimbunan, dan pemompaan ke kapal tanker angkut. Kerusakan kualitas tersebut akan berperan pada proses pengolahan lanjutan di industri hilir. Oleh sebab itu, perlu dilakukan pengendalian pada setiap kegiatan yang mempengaruhi kerusakan minyak.

1) Mengawasi sistem panen dan transportasi

Panen perlu mendapat pengawasan yang efektif karena perlakuan yang kurang baik dapat menyebabkan luka pada daging buah dan pembusukan buah. Hal ini akan menurunkan kualitas produk nilai DOBI. Pengangkutan buah yang tidak segera dilakukan (*restan*) juga dapat menurunkan nilai DOBI. Oleh sebab itu, perlu dibuat suatu ketentuan yang harus dipenuhi, yaitu buah harus sampai di PKS

paling lambat 24 jam setelah panen. Penerimaan buah di *loading ramp* harus diatur sedemikian rupa sehingga tidak terjadi penimbunan di pelataran yang memungkinkan terjadi luka pada buah akibat penggusuran dengan alat berat (*loader*).

2) *Menghindari pemakaian uap kering pada perebusan buah*

Uap kering mempunyai temperatur lebih tinggi dibandingkan uap jenuh pada tekanan yang sama. Pemakaian uap kering akan menyebabkan proses oksidasi pada asam lemak tidak jenuh atau senyawa yang terkandung dalam minyak dan membentuk polimer yang sulit diserap pada proses pemusatan.

3) *Menghindari pemakaian uap langsung pada stasiun pemurnian*

Produksi uap yang rendah sering menimbulkan gangguan pemanasan dalam proses pengolahan. Oleh karenanya, produksi uap yang rendah mendorong operator untuk memanaskan cairan minyak dengan uap panas kering secara terbuka. Pemanasan dengan cara ini akan menyebabkan minyak kembali teremulsi yang mempersulit pengutipan minyak. Jika terjadi kontak dengan udara, minyak akan teroksidasi. Pemanasan uap langsung sering dilakukan pada COT, *drifter tank*, dan *sludge tank*; walaupun tidak diperkenankan. Perlu diperhatikan bahwa oksidasi sangat mudah terjadi pada stasiun pemurnian karena di dalam cairan tersedia logam pro-oksidan.

4) *Menghindarkan pemanasan yang berlebihan di unit pengolahan*

Usaha peningkatan efisiensi ekstraksi dapat dengan pemberian panas pada saat pengolahan seperti pada *screw press*. Hal ini bertujuan untuk membantu dalam pengeluaran minyak dari daging buah serta memanaskan air pengencernya. Keadaan ini sebenarnya menyebabkan terjadinya oksidasi pada minyak. Demikian juga halnya pada *digester* yang dipanasi pada temperatur 100-110⁰C dapat menyebabkan penggosongan minyak, mengingat kehadiran oksigen pada saat itu. Kegagalan penurunan kadar air pada minyak dengan alat *vacuum dryer* sering

diatasi dengan menaikkan temperatur pada *oil tank* yang dapat menyebabkan penurunan DOBI. Hal ini dihindari agar kualitas minyak dapat dipertahankan.

5) Mengendalikan penimbunan

Standarisasi pada tangki angkut perlu dilakukan karena dalam pengangkutan, banyak truk tangki yang terlibat dan sulit melakukan pengawasan selama perjalanan. Pada alat angkut, perlu dilengkapi dengan alat pemanas dan pengontrol temperatur jika jarak pelabuhan jauh dari PKS. Pemanasan minyak pada tanki timbun PKS yang jaraknya jauh dari pelabuhan biasanya dilakukan pada temperatur tinggi dengan memperhitungkan bahwa minyak tersebut tiba di tanki pelabuhan temperatur diatas titik cair. Kualitas minyak dalam penimbunan dipengaruhi oleh cara penimbunan dan kondisi tanki timbun.. Untuk mencapai hasil yang baik, diperlukan pengaturan penimbunan. Pengaturan temperatur minyak sawit yang akan dipompakan ke truk tangki berkisar 50-55⁰C.

3. Kualitas produk kelapa sawit

Pada saat ini, kualitas bukan hanya dimaksudkan pada produk akhir saja, tetapi meliputi semua aspek teknis dan manajemen sejak awal suatu produk diproses hingga barang tersebut habis dan tidak terjangkau lagi oleh konsumen.

a. Definisi kualitas

Kualitas didefinisikan sebagai gambaran dan karakteristik menyeluruh dari barang atau jasa yang menunjukkan kemampuannya dalam memuaskan hubungan yang ditentukan atau tersirat. Dalam beberapa sumber, kualitas mengacu pada kesesuaian penggunaan atau pemenuhan harapan pelanggan atau kepuasan pelanggan.

Kualitas adalah hal untuk mendapat sesuatu yang diinginkan dalam kesempatan pertama setiap waktu. Setiap proses harus menghasilkan sesuatu yang diinginkan. Oleh karenanya, diperlukan sistem yang dapat mengontrol setiap tahap proses tersebut. Kualitas barang dan jasa dipengaruhi oleh banyak tahapan kegiatan yang saling berhubungan, seperti desain, operasi produksi, atau jasa dan

pemeliharaannya. Secara konseptual, kualitas berarti kualitas dari segala macam pekerjaan dan merupakan unsur dari seluruh karyawan serta lebih berorientasi pada pemakai, bukan standar.

b. Tuntutan kualitas pada pemanasan kelapa sawit

Pada saat ini, perkembangan penanaman kelapa sawit sangat meningkat karena produktivitas pohon sawit merupakan yang tertinggi dari seluruh tanaman penghasil minyak dan lemak nabati dunia. Dengan areal, yang mengalami perluasan terus menerus, tidak mengehrankan jika produksi minyak sawit Indonesia meningkat tajam. Kenaikan produksi yang pesat menimbulkan masalah dalam pemasaran kepada konsumen. Dalam hal ini, harus ada usaha untuk meningkatkan permintaan akan minyak sawit oleh konsumen, terutama sebagai substansi minyak nabati lain.

Pada negara maju, konsumsi minyak dan lemak dipengaruhi oleh pertumbuhan GDP dan penambahan penduduk. Hal ini berarti bahwa pada negara maju diupayakan agar penggunaan minyak sawit dapat mensubsitusi penggunaan minyak nabati lain. Sasaran tersebut mengharuskan peningkatan kemampuan industri minyak sawit untuk menyediakan produk dengan kualitas yang baik dan harga yang lebih rendah dari minyak nabati pesaingnya (terutama minyak kedelai).

Pada negara-negara yang sedang berkembang, konsumsi minyak dan lemak relatif masih rendah karena GDP yang rendah dan paritas daya beli yang rendah. Dengan demikian, untuk dapat meningkatkan konsumsi pada negara-negara berkembang, harus diusahakan harga minyak sawit selalu lebih rendah dari minyak nabati substitusinya sehingga lebih disukai masyarakat.

Minyak sawit sangat luas penggunaannya dalam bidang industri, seperti industri makanan, industri farmasi, industri kosmetik, industri logam dan industri tinta cetak. Produksi dari industri makanan, farmasi, dan kosmetik berhubungan langsung dan erat kaitannya dengan kehidupan (kesehatan) manusia. Oleh karenanya, dibutuhkan bahan baku yang benar-benar sehat, aman dan tidak membahayakan. Oleh sebab itu, dibutuhkan minyak sawit dengan kualitas yang benar-benar terjamin.

Secara umum, dapat disimpulkan bahwa untuk peningkatan pemakaian minyak sawit perlu dilakukan peningkatan kualitas produk pada harga yang wajar. Harga yang wajar berarti mempertahankan harga pokok dengan peningkatan efisiensi dan produktivitas serta pengawasan dan pengendalian yang ketat terhadap proses pengolahan dari bahan baku sampai produk akhir. Dengan demikian, secara menyeluruh diperlukan adanya peningkatan kualitas dalam arti luas yang mencakup kualitas kerja, kualitas pelayanan, kualitas informasi, dan lain-lain.

c. Keragaan pengawasan kualitas produk kelapa sawit

Dalam mekanisme *input-proses-output*, mutu bahan baku sangat menentukan produk yang dihasilkan. Keragaman pengawasan kualitas produk kelapa sawit sangat ditentukan oleh kegiatan panen, transportasi, pengolahan, dan penimbunan.

1) *Panen*

Kualitas minyak (MKS) dan inti (IKS) dipengaruhi oleh sistem panen yang diberlakukan. Kriteria matang panen yang bervariasi akan menyebabkan perbedaan kualitas minyak MKS dan minyak IKS. Pemanenan yang sesuai dengan norma-norma panen tidak akan menimbulkan pengaruh negatif terhadap kualitas. Namun, penyimpangan akan selalu terjadi sehingga menyebabkan penurunan kualitas seperti pengutipan brondolan yang kotor (sering diangkut bersama pasir dari TPH) serta pemotongan buah mentah dan buah yang menginap di TPH. Dengan demikian, kualitas TPH yang diterima di pabrik tidak akan mendukung usaha peningkatan kualitas produk akhir yang dihasilkan seperti ALB yang tinggi dan bolangan DOBI yang rendah.

Panen yang sembrono dan tidak diawasi dengan ketat akan mengakibatkan efisiensi ekstraksi rendah dan kualitas produk akhir di bawah standar ekspor. Saat ini, manajemen kebun biasanya masih lebih memperhatikan masalah turunya ekstraksi (kuantitas) dibandingkan masalah turunya MKS (kualitas) yang biasanya akan dipermasalahkan pada saat harga MKS rendah. Sementara, konsumen menginginkan MKS dengan ALB < 3% dan DOBI > 2,9.

2) *Transportasi*

Pengangkutan buah dilakukan oleh pihak kebun atau pihak lain yang ditunjuk. Pengawasan pengangkutan yang dikontrakkan kepada pihak lain sangat sulit diajak ikut berperan dalam pengendalian kualitas karena mereka sering terlambat mengangkut buah. Sering kali, buah bermalam diatas truk sehingga kualitasnya menurun. Pengawasan pengangkutan oleh kebun yang kurang mendapat perhatian sering mengakibatkan buah tercampur dengan pasir yang “berbahaya” bagi operasional PKS. Pengangkutan yang menempuh jarak terlalu jauh akan mempertinggi derajat kelukaan buah yang dapat mempengaruhi kualitas minyak yang dihasilkan.

3) *Pengolahan*

Perubahan kualitas minyak selama proses dipengaruhi oleh sistem pengolahan dan peralatan yang digunakan. Sistem pengolahan yang tidak dikelola dengan baik akan menghasilkan produk yang berkualitas rendah dan daya saing yang rendah. Semakin lama minyak diproses, nilai DOBI- nya juga akan menurun. *Recycle* minyak harus diminimalkan dan dilarang karena akan menurunkan DOBI. Hal yang harus dilakukan yaitu menurunkan *losses* sehingga tidak akan banyak minyak kotor (parit) yang tersedia untuk di *recycle*. Hasil penelitian terhadap kualitas minyak sawit pada setiap proses disajikan pada Tabel 8.

4) *Penyimpanan dan penimbunan*

Minyak sebelum dikirim ke pasar harus disimpan dalam tangki timbun. Temperatur penyimpanan yang tidak terkontrol dan melebihi 55⁰C menyebabkan terjadinya oksidasi dan hidrolisis. Akibatnya, kualitas minyak akan menurun. Pembersihan tangki dilakukan secara teratur agar air dan kotoran tidak terikut saat pengiriman.

Tabel 8. Nilai dobi dan minyak sawit selama diolah

No	Stasiun pengolahan	Nilai dobi
1	<i>Oil gutter</i>	3,47-3,65
2	<i>Settling tank</i>	3,02-3,36
3	<i>Oil tank</i>	2,88-2,98
4	<i>Vacuum dryer</i>	2,54-2,78
5	<i>Sludge seperator</i>	2,34-2,48
6	<i>Fat pit</i>	1,58-1,97
7	Minyak produksi	2,92-2,98

Inti sawit yang ditimbun di tempat yang tidak sesuai dengan persyaratan penggudangan dapat merangsang pertumbuhan mikroba dan menyebabkan terjadinya proses fermentasi sehingga dapat menurunkan kualitas minyak yang terkandung dalam inti sawit.

d. Peranan ISO 9000 dalam upaya peningkatan kualitas produk kelapa sawit

Keberhasilan industri dapat diketahui dari efisiensi pengolahan, kualitas barang yang dihasilkan, dan kemampuan bersaing di pasar internasional. Pengawasan kualitas barang selama proses produksi telah lama dikembangkan, mulai dari pengawasan langsung, kemudian dilanjutkan dengan penggunaan statistik dalam prosedur pengawasan kualitas.

Kebanyakan usaha yang menghasilkan barang dan jasa dimaksudkan untuk memenuhi kebutuhan dan persyaratan pemakain. Persyaratan tersebut sering dimaksudkan dalam spesifikasi teknis. Namun, spesifikasi teknis itu sendiri sering tidak menjamin bahwa persyaratan pelanggan akan dipenuhi secara konsisten. Sebagai konsekuensinya, perkembangan standar sistem kualitas dan pedoman yang melengkapi persyaratan barang dan jasa yang bersangkutan harus tercantum dalam spesifikasi teknis tersebut.

Seri ISO 9000 mengandung suatu rasionalisasi dari banyak dan beragam pendekatan internasional dalam bidang tersebut. ISO (*International Standar*

Oprganization) adalah sebuah badan swasta internasional yang menyelaraskan standar-standar nasional menjadi standar sistem kualitas di Indonesia.

ISO 9000 adalah suatu sistem mengenai kualitas yang memberikan kepastian kualitas bagi perusahaan yang menerapkannya. Sebuah perusahaan yang telah memiliki sertifikat ISO 9000 kan diakui sebagai suatu perusahaan yang memiliki sistem standar yang menjamin kualitas dari produk yang dihasilkan. Dengan demikian, hasil produksi perusahaan yang telah menerapkan ISO 9000 dengan mudah dapat diterima oleh negara-negara lain yang juga memberlakukan ISO 9000.

Pasar Tunggal Eropa mulai 1 Januari 1993 secara resmi telah mensyaratkan semua komoditi dan produk industri yang memasuki standar ISO 9000. Demikian juga halnya dengan pasar Amerika dan Jepang. Penerapan standar ini diperkirakan akan menjadi keharusan bagi perusahaan yang mengekspor produknya.

ISO 9000 dikeluarkan tahun 1987 sebagai pedoman pengendalian kualitas produk industri. Tujuan dari ISO mengeluarkan pedoman tersebut yaitu untuk menjelaskan perbedaan dan hubungan di antara konsep dasar kualitas serta melengkapi pedoman untuk penapisan dan pemakaian standar internasional dalam kualitas yang menyangkut sasaran manajemen kualitas di dalam dan luar industri. ISO mengeluarkan ISO 9000 sebagai pedoman umum dalam penggunaan ISO 9000 series yang terdiri dari empat macam, sebagai berikut.

- ISO 9001, yaitu model sistem jaminan kualitas dalam desain, pengembangan, proses produksi, instalasi, dan pelayanan.
- ISO 9002, yaitu model sistem jaminan kualitas dalam produksi dan instalasi.
- ISO 9003, yaitu model sistem jaminan kualitas dalam pemeriksaan akhir dan penggunaan.
- ISO 9004, yaitu model sistem jaminan kualitas dalam dan unsur-unsur sistem kualitas.

Penerapan ISO 9000 dalam sistem jaringan kualitas sangat tepat karena perbaikan kualitas tidak hanya dalam proses, tetapi menyangkut internal dan eksternal dari sistem jaringan kualitas. Penerapannya dalam proses produksi dan

pemasaran yang konsisten akan menjamin kualitas produk dan dapat meyakinkan pemakai atau pengguna bahwa produk yang dihasilkan tetap sesuai dengan persyaratan penggunaan selanjutnya.

Konsep penerapan ISO 9000 menjamin kualitas produk sawit ditekankan pada beberapa hal yang menyangkut hal-hal berikut ini.

- Tanggung jawab manajemen

Manajemen menetapkan kualitas produk yang dihasilkan oleh pabrik dengan tenaga kerja yang sudah ada dan dapat mengatasi apabila terjadi penyimpangan produk. Dalam pencapaian kualitas yang dihasilkan, perlu dipertimbangkan nilai ekonomis yang menyangkut efisiensi pengolahan, perubahan kapasitas olah pabrik, dan manajemen pelaksanaannya. Usaha untuk meyakinkan konsumen tentang pelaksanaan ISO 9000 sering ditempuh dengan cara mengundang konsumen untuk melihat langsung di pabrik. Dalam pelaksanaan ISO 9000, dituntut perhatian penuh dari seluruh pelaksana yang terlibat langsung mulai dari direksi hingga kepala bagian.

- Sistem kualitas, pengawasan proses, inspeksi dan pengujian, serta tindakan perbaikan dan pengawasan terhadap kualitas minyak dan inti sawit.

Kualitas minyak sawit ditentukan oleh panen, pengangkutan TBS, pengolahan di PKS dan penimbunan. Pelaksanaan panen yang tidak sesuai norma serta penimbunan dan pemeraman di TPH akan menyebabkan kerusakan dan penurunan kualitas. Pemeriksaan kualitas buah yang bertujuan untuk menilai kualitas TBS perlu ditingkatkan sehingga dapat digunakan sebagai dasar perbaikan kualitas, terutama menyangkut panen dan pengolahan. Pengawasan dan pengujian kualitas harus dilakukan selama proses pengolahan TBS berlangsung agar penurunan kualitas bisa dicegah sebelum terjadi.

- Inspeksi dan pengujian hasil akhir

Pengujian kualitas pada produk harus dilakukan untuk mengetahui apakah produk telah sesuai dengan standar kualitas yang ditetapkan dan tidak terjadi penyimpangan. Data (hasil akhir) yang diperoleh harus segera disampaikan kepada pengambil keputusan agar dapat segera diambil langkah-langkah perbaikan.

- Penanganan, penimbunan dan pengiriman

Prosedur pelaksanaan penyimpangan, persyaratan penyimpanan dan pengiriman suatu produk harus dilakukan sesuai ketentuan untuk mempertahankan dan menjamin kualitas, karena minyak sawit mudah sekali mengalami perubahan kualitas akibat oksidasi dan hidrolisis. Perancangan bentuk dan material dari tangki timbun harus dilakukan secara tepat. Penimbunan minyak dalam tangki perlu diamati dengan analisis contoh untuk memonitor kualitas.

- Inspeksi, pengujian dan penggunaan alat

Inspeksi alat pengolahan dan alat pendukung perlu dijadwalkan secara berkala, yaitu dengan pengujian dan kalibrasi untuk menjamin ketepatan jarum indikator. Kesalahan pada indikator alat pengolahan sering membingungkan dalam pengendalian proses pengolahan, terutama yang berkaitan dengan pengawasan kualitas. Untuk alat laboratorium, telah ditetapkan oleh pemerintah menggunakan dasar ISO 9003 dan ISO *guide* 25.

- Pemeriksaan kualitas produk

Pemeriksaan kualitas merupakan salah satu cara untuk memenuhi standar internasional. Agar mempermudah proses pengendalian kualitas, dalam setiap evaluasi dicantumkan penyimpangan yang terjadi, penyebabnya, apakah keadaan tersebut sering berulang, dan pada kondisi yang bagaimana. Hal ini dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam melakukan perbaikan peralatan, proses, bahan baku, bahan pendukung, desain, dan pengolahan.

- Tindakan perbaikan

Tindakan perbaikan menyangkut perbaikan teknis dan nonteknis yang merupakan upaya penting pada pelaksanaan ISO 9000 dalam pencapaian jaminan kualitas. Dalam perbaikan teknis, perlu ada pemberian wewenang terhadap petugas untuk melakukan pemberian wewenang terhadap petugas untuk melakukan perbaikan teknis secepat mungkin sehingga jaminan kualitas tetap terlaksana. Perbaikan nonteknis umumnya membutuhkan penanganan khusus.

- Kontrak jual

Kontrak jual beli yang tegas dalam hal waktu dan spesifikasi kualitas akan mendorong pelaksanaan sistem jaminan kualitas. Hal-hal yang berhubungan

dengan kualitas yang tertuang dalam kontrak tersebut harus yang tertuang dalam kontrak tersebut harus diteruskan dan diketahui oleh pihak-pihak yang terlibat dalam sistem jaminan kualitas sehingga petugas dapat mengetahui kewajibannya untuk menghasilkan produk sesuai dengan kualitas yang diminta.

Kualitas bahan pendukung yang diperlukan dalam proses sangat berpengaruh terhadap sistem kualitas, terutama bahan yang dapat bersinggungan dengan peralatan dan bahan olahan. Hal ini harus mendapat perhatian penuh mengingat minyak dan inti sawit umumnya digunakan sebagai bahan baku pangan. Pembelian bahan pendukung untuk kebutuhan sistem jaminan kualitas dilakukan sedemikian rupa sehingga tidak terjadi penyimpangan dalam kualitas barang, waktu penyerahan, dan jumlah pemesanan. Kemudian, dalam kontrak pembelian diuraikan dengan rinci spesifikasi kualitas bahan pendukung tersebut sehingga tidak terjadi penggantian barang secara sepihak.

- Pelayanan

Dalam pelaksanaan ISO 9000, perlu kerja sama dari semua pihak yang terkait dalam sistem jaminan kualitas. Pelayanan terhadap pembeli-misalnya ada klaim barang-perlu ditangani secepatnya sehingga jaminan kualitas dapat tercapai dan keadaan (kesalahan) yang sama tidak terulang lagi. Dalam kerja sama ini, perlu penyaluran informasi yang efektif pada pihak yang berwenang dalam pelaksanaan sistem jaminan kualitas.

- Desain

Desain pabrik pengolahan yang akan dibangun perlu direncanakan dengan baik sehingga dapat menghasilkan kualitas yang sesuai dengan kapasitas dan ketersediaan bahan baku. Peralatan pabrik yang bersinggungan dengan minyak harus terbuat dari logam yang tidak mengandung tembaga dan timbal. Logam tembaga dan timbal mudah terkorosi dan dapat merusak karakteristik minyak karena bisa berfungsi sebagai pro-oksidan dalam proses oksidasi.

- Pelatihan

Personil yang terlibat dalam sistem jaminan kualitas perlu dilatih dan dididik tentang proses dan pelaksanaan sistem jaminan kualitas yang mengacu pada ISO 9000.

- Statistik pengolahan

Penerapan statistik dalam sistem jaminan kualitas sangat perlu sebagai alat mengevaluasi indikator dan parameter yang diperoleh selama proses produksi terjadi. Setiap pihak yang terkait dalam sistem jaminan kualitas, harus dapat membaca dan mengerti tentang statistik.

BAB V

KRITERIA PENYADAPAN KARET

Penyadapan merupakan salah satu kegiatan pokok dari pengusaha tanaman karet. Tujuannya adalah membuka pembuluh lateks pada kulit pohon agar lateks cepat mengalir. Kecepatan aliran lateks akan berkurang bila takaran cairan lateks pada kulit berkurang.

Kulit karet dengan tinggi 260 cm dari permukaan tanah merupakan modal petani karet untuk memperoleh pendapatan selama kurun waktu sekitar 30 tahun. Oleh sebab itu, penyadapan harus dilakukan dengan hati-hati agar tidak merusak kulit tersebut. Jika terjadi kesalahan dalam penyadapan maka produksi lateks akan berkurang.

Untuk memperoleh hasil sadap yang baik, penyadapan harus mengikuti aturan tertentu agar diperoleh produksi yang tinggi, menguntungkan, serta berkesinambungan dengan tetap memperhatikan faktor kesehatan tanaman. Beberapa aturan yang perlu diperhatikan dalam penyadapan adalah sebagai berikut :

A. Penentuan Matang Sadap

Sebelum dilakukan penyadapan harus diketahui kesiapan atau kematangan pohon karet yang akan disadap. Cara menentukan kesiapan atau kematangannya adalah dengan melihat umurnya dan mengukur lilit batangnya.

Kebun karet yang memiliki tingkat pertumbuhan normal siap disadap pada umur lima tahun dengan masa produksi 25-25 tahun. Namun, hal ini dianggap tidak tepat karena adanya faktor-faktor lain yang juga mempengaruhi pertumbuhan tanaman, tetapi tidak nampak dan tidak bisa dikontrol oleh manusia. Seandainya memungkinkan, pohon karet yang masih berumur di bawah lima tahun pun sudah bisa disadap. Akan tetapi, hampir semua tanaman rata-rata bisa disadap di atas umur lima tahun.



Gambar 2. Penyadapan Karet

Pendapat tersebut didukung oleh sifat tanaman terhadap lingkungan yang baik, pertumbuhan tanaman akan cepat. Sedangkan pada lingkungan yang jelek, pertumbuhan tanaman lambat.

Melihat kekurangan seperti yang diuraikan di atas maka penentuan matang sadap dengan memperhatikan umur tanaman hanya dijadikan sebagai dasar, bukan sebagai patokan mutlak. Artinya umur menjadi dasar untuk melihat kematangan pohon dengan cara lainnya, yaitu mengukur lilit batang.

Pengukuran lilit batang merupakan cara yang dianggap paling tepat untuk menentukan matang sadap. Pohon karet siap sadap adalah pohon yang sudah memiliki tinggi satu meter dari batas peraturan okulasi atau dari permukaan tanah untuk tanaman asal biji dan memiliki lingkar 45 cm. Kebun karet mulai disadap bila 55% pohonnya sudah menunjukkan matang sadap. Jika belum mencapai 55% maka sebaiknya penyadapan ditunda. Penyadapan yang dilakukan sebelum mencapai persentase tersebut akan mengurangi produksi lateks dan akan mempengaruhi pertumbuhan pohon karet. Kebun yang dipelihara dengan baik biasanya memiliki 60-70% jumlah tanaman berumur 5-6 tahun yang berlilit batang 45 cm.

B. Peralatan Sadap

Peralatan sadap menentukan keberhasilan penyadapan. Semakin baik alat yang digunakan, semakin baik hasilnya. Berbagai peralatan sadap yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. Mal sadap atau patron

Mal sadap dibuat dari sepotong kayu dengan sepanjang 130 cm yang dilengkapi pelat seng selebar ± 4 cm dan panjangnya antara 50-60 cm. Pelat seng dengan kayu membentuk sudut 120° . Kegunaan mal sadap atau patron ini adalah untuk membuat gambar sadapan yang menyangkut kemiringan sadapnya.

2. Pisau Sadap

Pisau sadap ada dua macam, yaitu pisau untuk sadap atas dan pisau untuk sadap bawah. Pisau ini harus mempunyai ketajaman yang tinggi. Ketajaman pisau berpengaruh pada kecepatan menyadap dan kerapihan sadapan.

Pisau sadap atas digunakan untuk menyadap kulit karet pada bidang sadap atas, ketinggian di atas 130 cm. Sedangkan pisau sadap bawah digunakan untuk menyadap kulit karet pada bidang sadap bawah digunakan untuk menyadap kulit karet pada bidang sadap bawah, ketinggian mulai 130 cm ke arah bawah. Pisau sadap mempunyai tangkai yang panjang untuk mempermudah penyadapan dari permukaan tanah.

Pisau sadap bentuknya beragam sesuai anjuran perkebunan karet yang bersangkutan. Di Indonesia ada tiga macam bentuk pisau sadap yang digunakan, yaitu pisau sadap fauna buatan Jerman, pisau sadap PTP X, dan pisau sadap biasa.

3. Talang Lateks atau Spout

Talang lateks terbuat dari seng dengan lebar 2,5 cm dan panjangnya antara 8-10 cm. pemasangan talang lateks pada pohon karet dilakukan dengan cara ditancapkan 5 cm dari titik atau ujung terendah irisan sadapan. Penancapannya hendaknya tidak terlalu dalam agar tidak merusak lapisan kambium atau pembuluh empelur karet. Talang lateks digunakan untuk mengalirkan cairan

lateks digunakan untuk mengalirkan cairan lateks digunakan untuk mengalirkan cairan lateks atau getah karet dari irisan sadap ke dalam mangkuk.

4. Mangkuk atau Cawan

Mangkuk atau cawan digunakan untuk menampung lateks yang mengalir dari bidang irisan melalui talang. Mangkuk ini biasanya dibuat dari tanah liat, plastik, atau aluminium. Setiap jenis mempunyai kelebihan dan kelemahan sendiri-sendiri. Mangkuk ini dari tanah liat harganya murah dan mudah didapat, tetapi mudah pecah. Mangkuk dari plastik tahan lama, tetapi harganya agak mahal dan agak sulit dicari. Sedangkan mangkuk dari aluminium sulit dicari dan harganya mahal, tetapi tahan lama dan bisa menjamin kualitas lateks. Mangkuk dipasang 10 cm di bawah talang lateks.

5. Cincin Mangkuk

Cincin mangkuk merupakan alat yang harus disediakan dalam penyadapan karet. Cincin ini digunakan sebagai tempat meletakkan mangkuk sadap atau cawan. Bahan yang digunakan adalah kawat. Untuk menggantungnya pada pohon karet tidak boleh memakai paku atau bahan lain yang runcing karena akan merusak cambium dan bidang sadap. Biasanya cincin ini digantungkan dan dicantolkan pada tali cincin. Diameter cincin ini dibuat sedikit lebih besar dari ukuran mangkuk sadap agar mangkuk bisa masuk pada cincin.

6. Tali Cincin

Tali cincin digunakan untuk mencantolkan cincin mangkuk sehingga mutlak harus disediakan. Biasanya tali cincin dibuat dari kawat atau ijuk. Letaknya pada pohon karet disesuaikan dengan keadaan cincin mangkuk, jangan sampai terlalu jauh dari cincin mangkuk. Sebagaimana talang lateks, kedudukan tali cincin juga berubah tiap periode tertentu.

7. Meteran

Meteran digunakan untuk menentukan tinggi bidang sadap dan mengukur lilit batang pohon karet. Oleh karena itu, meteran tidak bisa lepas dari kegiatan persiapan penyadapan. Meteran yang digunakan terbuat dari kayu (panjang 130 cm) dan dari bahan lunak atau kulit, seperti dijual di toko-toko. Meteran kulit disebut juga meteran gulung dengan panjang 150-200 cm. Meteran kayu digunakan untuk mengukur tinggi sadapan, sedangkan meteran gulung digunakan untuk mengukur lilit batang.

8. Pisau Mal

Pisau mal digunakan untuk menorah kulit batang karet saat akan membuat gambar bidang sadap. Alat ini dibuat dari besi panjang dengan ujung runcing dan pegangannya terbuat dari kayu atau plastik. Bagian tuncing inilah yang digunakan untuk menorah kulit batang pohon karet.

9. Quadri atau Sigmat

Alat ini digunakan untuk mengukur tebalnya kulit yang disisakan saat penyadapan. Tujuannya agar penyadapan tidak sampai melukai cambium atau pembuluh empelurnya. Quadri atau sigmat terbuat dari besi, bagian ujungnya seperti jarum dengan panjang 1-1,5 mm.



Gambar 3. Peralatan Sadap

C. Penggambaran Bidang Sadap

Untuk memperoleh hasil sadap yang baik dan banyak, penggambaran bidang sadap tidak boleh terpisahkan dari rangkaian kegiatan penyadapan. Kesalahan penggambaran akan mengakibatkan kesalahan pembuatan bidang sadap nantinya. Langkah-langkah yang harus dibuat dalam melakukan penggambaran bidang sadap ini adalah penentuan tinggi bukaan sadap, penentuan arah sadap yang benar, dan penentuan panjang irisan sadap.

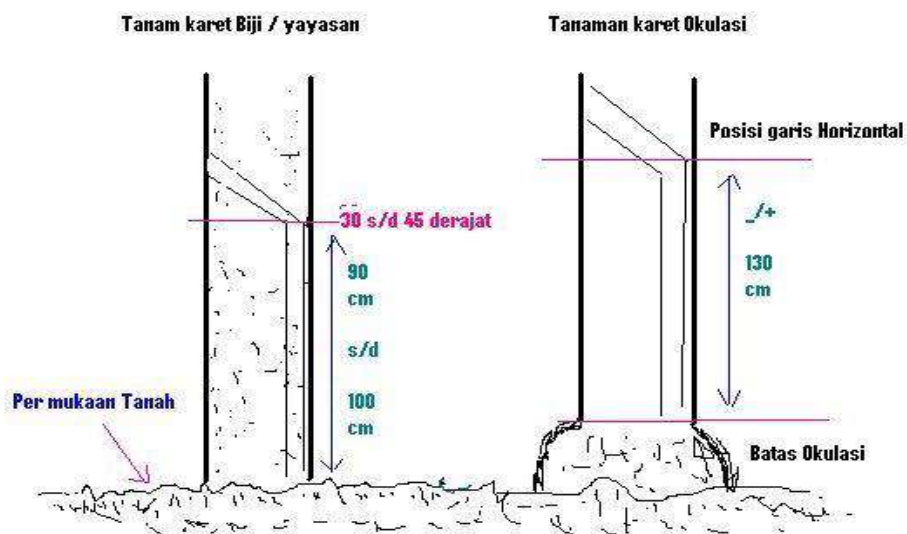
Tinggi bidang sadap berpengaruh langsung pada jumlah pembuluh lateks. Semakin tinggi bidang sadap, semakin kurang pembuluh lateksnya sehingga lateks yang dihasilkan sedikit.

Untuk sadapan bawah pada pohon karet asal biji, tinggi bukaan sadapan pertama pada sadapan pertama adalah 90-100 cm dari permukaan tanah sampai ujung atau titik terendah irisan sadapan. Tinggi bukaan sadapan pertama pada bidang kedua adalah 130 cm dari permukaan tanah. Sedangkan pada pohon karet asli okulasi, bukaan sadapan pertama pada bidang sadap pertama dilakukan pada ketinggian 130cm dari batas pertautan bidang okulasi sampai titik terendah irisan sadapan.

Untuk sadapan atas, baik pada tanaman asal biji maupun okulasi, bidang sadap dilakukan pada ketinggian sekitar 260 cm dari permukaan tanah pada sisi yang bersebrangan dengan sadapan bawah. Penyadapan dilakukan terus hingga titik terendah sadapan atas dengan jarak 10 cm dari titik tertinggi sadapan bawah. Pada tanaman susulan, tinggi bukaan sadapan pertama adalah 130 cm dari batas pertautan okulasi atau pada ketinggian yang sama dengan tanaman lain yang sudah disadap. Cara ini dilakukan untuk menyeragamkan tinggi sadapan pada kebun yang tidak secara keseluruhan menunjukkan matang sadap.

Gambar bidang sadap berbentuk potongan spiral dari kiri atas ke kanan bawah yang membentuk sudut 30 – 45° terhadap garis horizontal. Pembuatan sudut yang miring ini dibantu dengan mal sadap. Arah bidang sadap jangan sampai terbalik karena sangat erat hubungannya dengan produksi lateks. Arah sadap yang benar akan memotong pembuluh lateks lebih banyak dibanding arah sadap yang salah atau terbalik. Kemiringan lebih besar dari 45° juga berpengaruh

pada produksi lateks. Pembuluh lateks yang terbentuk karena irisan dengan sudut yang lebih besar tidak akan sejajar dengan bidang vertical batang karet. Di samping berpengaruh pada produksi lateks, kemiringan bidang sadap juga berpengaruh pada kecepatan alir lateks. Lebih cepat lateks mengalir berarti akan mengurangi jumlah lateks yang mengering pada bidang irisan.



Gambar 4. Bidang Sadap

D. Pelaksanaan Penyadapan

Kulit karet yang akan disadap harus dibersihkan terlebih dahulu agar pengotoran pada lateks dapat dicegah sedini mungkin. Dalam pelaksanaan penyadapan ada hal-hal yang harus diperhatikan, yaitu ketebalan irisan, kedalaman irisan, waktu pelaksanaan dan pemulihan kulit batang sadap.

1. Ketebalan Irisan Sadap

Lateks akan mengalir keluar jika kulit batang diiris. Aliran lateks ini semula cepat, tetapi lambat laun akan menjadi lambat dan akhirnya akan berhenti sama sekali. Lateks berhenti mengalir karena pembuluhnya tersumbat oleh lateks yang mengering. Jenis klon berpengaruh pada cepat lambatnya penyumbatan pada pembuluh lateks. Untuk mengalirkan lateks kembali, pembuluh lateks harus dibuka dengan cara mengiris kulit pohon karet.

Pengirisan kulit tidak perlu tebal. Pemborosan dalam pengirisan kulit berarti akan mempercepat habisnya kulit batang karet yang produktif sehingga masa produksinya menjadi singkat.

Tebal irisan yang dianjurkan adalah 1,5-2 mm. Konsumsi kulit per bulan atau per tahun ditentukan oleh rumus sadap yang digunakan. Contoh rumus sadap : $S/2, d/2, 100\%$ S/I, $d/4, 100\%$; atau $S/2, d/3, 67\%$. Arti dari rumus tersebut adalah $S/2$ berarti penyadapan setengah lingkaran batang pohon, $d/2$ artinya pohon disadap 2 hari sekali, dan 100% artinya intensitas sadapan. Bila disadap setiap 2 hari sekali maka kulit karet yang terpakai 2,5 cm/bulan atau 10 cm/kuartal atau 30 cm/tahun. Jika disadap 3 hari sekali maka kulit karet yang terpakai adalah 2 cm/bulan atau 8 cm /kuartal atau 24 cm/tahun.

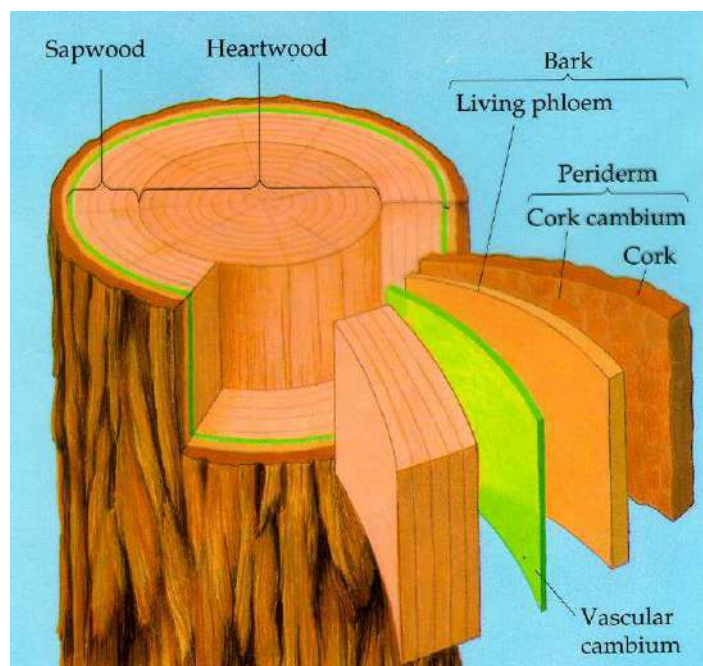
Agar lebih mudah dikontrol maka pada bidang sadap atau kulit pohon karet biasanya diberi tanda-tanda pembatas untuk melakukan pengirisan. Tanda-tanda ini biasanya dibuat untuk konsumsi per kuartal atau per bulan dengan jumlah 2-3 buah.

2. Kedalaman Irisan Sadap

Jika tebal irisan berpengaruh pada banyaknya kulit yang dikonsumsi pada saat penyadapan maka tebalnya irisan sangat berpengaruh pada jumlah berkas pembuluh lateks yang terpotong. Ketebalan kulit hingga 7 mm dari lapisan kambium memiliki pembuluh lateks terbanyak. Oleh sebab itu, sebaiknya penyadapan dilakukan sedalam mungkin, tetapi jangan sampai menyentuh lapisan kambiumnya. Kedalaman irisan yang dianjurkan adalah 1-1,5 mm dari lapisan kambium. Bagian ini harus disisakan untuk menutupi lapisan kambium. Jika dalam penyadapan lapisan kambium tersentuh maka kulit pulihan akan rusak dan nantinya akan berpengaruh pada produksi lateks.

Pada sadapan berat atau sadapan mati, kedalaman sadapan harus kurang dari 1 mm sisa kulit. Penyadapan yang terlalu dangkal menyebabkan berkurangnya bekas pembuluh lateks yang terpotong, terutama bagian dalam yang merupakan bagian yang paling banyak mengandung pembuluh lateks. Dengan berkurangnya pembuluh lateks yang teriris maka jumlah lateks yang keluar semakin sedikit.

Untuk mengetahui apakah lapisan cambium sudah terlalu dekat, biasanya penyadap menggunakan quadri atau sigmat. Ujung yang tajam dari alat ini ditusukkan pada sisa batang kulit batang. Bila jarum quadric atau sigmat telah masuk semuanya kedalam sisa kulit batang dan masih terasa lunak makan kulit sisa yang menutupi cambium masih lebih dari 1,5 mm. Bila terasa keras maka kulit sisanya sekitar 1,5 mm. pengukuran kedalaman irisan sadap sangat besar pengaruhnya terhadap kelanjutan produksi dari pohon karet yang bersangkutan



Gambar 5. Melintang Batang Karet

3. Waktu Penyadapan

Lateks bisa mengalir dari pembuluh lateks akibat turgor. Turgor adalah tekanan pada dinding sel oleh isi sel. Banyak sedikitnya isi sel berpengaruh pada besar kecilnya tekanan pada dinding sel. Semakin banyak isi sel, semakin besar pula tekanan pada dinding sel. Tekanan yang besar akan memperbanyak lateks yang keluar dari pembuluh lateks. Oleh sebab itu, penyadapan dianjurkan dimulai saat turgor masih tinggi, yaitu saat belum terjadi pengurangan isi sel melalui penguapan oleh daun atau pada saat matahari belum tinggi. Penyadapan hendaknya dilakukan

pada pagi hari antara pukul 5.00 – 6.00 pagi. Sedangkan pengumpulan lateksnya dilakukan antara pukul 8.00 – 10.00.

4. Pemulihan Kulit Batang Sadap

Pemulihan kulit pada bidang sadap perlu diperhatikan. Salah dalam penentuan rumus sadap dan penyadapan yang terlalu tebal atau dalam akan menyebabkan pemulihan kulit bidang sadap tidak normal. Hal ini akan berpengaruh pada produksi ataupun kesehatan tanaman. Bila semua kegiatan pendahuluan dilakukan dengan baik dan memenuhi syarat maka kulit akan pulih setelah enam tahun. Dalam praktik, kulit pulihan bisa disadap kembali setelah Sembilan tahun untuk kulit pulihan pertama dan setelah delapan tahun untuk kulit pulihan kedua. Penentuan layak tidaknya kulit pulihan untuk disadap kembali ditentukan oleh tebal kulit pulihan, minimum sudah mencapai 7 mm.

E. Frekuensi Dan Intensitas Sadapan

Frekuensi sadapan merupakan selang waktu penyadapan dengan satuan waktu dalam hari (d), minggu (w), bulan (m), dan tahun (y). Satuan ini tergantung pada sistem penyadapannya. Bila penyadapan dilakukan terus menerus setiap hari maka penyadapan tersebut ditandai dengan $d/1$. Sedangkan bila dilakukan dengan selang dua hari maka waktunya ditandai dengan $d/2$, demikian seterusnya.

Pada sadapan berkala atau secara periodik, lamanya penyadapan ditandai dengan bilangan yang dibagi, sedangkan lamanya putaran atau rotasi sampai kulit disadap kembali ditandai dengan bilangan pembagi. Sebagai contoh 3 w/9 berarti disadap selama 3 minggu dalam waktu 9 minggu atau masa istirahatnya 6 minggu.

Pada sadapan yang berpindah tempat, kulit batang disadap pada dua bidang sadap yang berbeda dengan cara bergantian menurut selang waktu tertentu. Tanda dari sistem ini adalah perkalian dua faktor yang ditulis di antara tanda kurung. Kedua faktor itu adalah jumlah bidang sadap yang terpakai dan nilai bidang dari lamanya penyadapan. Sedangkan angka pembaginya adalah lamanya rotasi sadapan. Misalnya :

1. $d/2$ ($2 \times 2 d/4$) = Penyadapan dua bidang sadap secara bergantian dengan pohon yang disadap dua hari sekali
2. $d/3$ ($2 \times 3 d/6$) = Penyadapan dua bidang sadap secara bergantian dengan pohon yang disadap tiga hari sekali.
3. $d/2$ ($2 \times Y/2$) = Penyadapan pada dua bidang sadap secara bergantian setiap tahun dengan pohon yang disadap dua hari sekali

Hasil perkalian angka-angka di dalam tanda kurung selalu satu sehingga tidak akan mempengaruhi perhitungan intensitas sadapan yang dinyatakan dalam satuan persen. Intensitas ini ditentukan oleh panjang irisan dan frekuensi penyadapan. Intensitas sadapan yang normal adalah 100% yang dinyatakan dengan tanda $S/4$, $d/1$, 100%. Tanda ini artinya penyadapan setiap hari pada $1/4$ spiral pohon. Atau $S/2$, $d/2$, 100% yang artinya penyadapan setiap dua hari sekali pada $1/2$ spiral.

Perhitungan intensitas sadapan dilakukan dengan mengalikan angka-angka pecahan pada rumus sadapan dengan 400%. Misalnya :

1. $S/2$, $d/2$, 100% berasal dari $1/2 \times 1/2 \times 400\% = 100\%$
2. $S/2$, $d/3$, 67% berasal dari $1/2 \times 1/3 \times 400\% = 67\%$
3. $2S/2$, $d/3$, 133% berasal dari $2 \times 1/2 \times 1/3 \times 400\% = 133\%$
4. $S/2$, $d/2$, $9m/12$, 75% berasal dari $1/2 \times 1/2 \times 9/12 \times 400\% = 75\%$
5. $S/4$, $d/2$, ($2 \times 2d/4$) 50% berasal dari $1/4 \times 1/2 \times 2/1 \times 2/4 \times 400\% = 50\%$

Perlu diperhatikan bahwa intensitas sadap 400%, disebut intensitas penyadapan berat atau sadapan mati. Pohon yang baru saja disadap biasanya intensitas sadapnya sebesar 67% dan baru bisa mencapai 100% pada tahun ketiga.

DAFTAR PUSTAKA

- Fauzi Y., Yustina, E., Iman S., Rudi H., 2008. Kelapa Sawit Budidaya Pemanfaatan Hasil Limbah Analisis Usaha dan Pemasaran. Penebar Swadaya : Jakarta.
- Iyung Pahan (2006). Panduan Lengkap Kelapa Sawit Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hilir. Penebar Swadaya : Jakarta.
- Pardamean Maruli, 2008. Panduan Lengkap Pengelolaan Kebun dan Pabrik Kelapa Sawit. Agromedia Pustaka : Jakarta.
- Setiawan D. H. dan Agus Andoko, 2007. Petunjuk Lengkap Budidaya Karet. Agromedia Pustaka : Jakarta
- Setyamidjaja D., 2006. Seri Budidaya Karet. Kanisius, Yogyakarta.
- Setyamidjaja D., 1993. Kelapa Sawit, teknik Budidaya, Panen, Pengolahan. Kanisius: Yogyakarta.
- Siregar T., 1995. Teknik Penyadapan Karet. Kanisius :Yogyakarta.
- Spillane, J., 1989. Komoditi Karet. Kanisius : Yogyakarta.
- Sunarko,M.Si. 2009. Budi Daya dan Pengelolaan Kebun Kelapa Sawit dengan Sistem Kemitraan. Agromedia Pustaka : Jakarta
- Tim Penulis PS (2008). Panduan Lengkap Karet. Penebar Swadaya : Jakarta.