

BUKU

MUTU PANGAN MINYAK
SAWIT MENTAH :
ULASAN TENTANG
STANDAR MUTU DI HULU
TERKAIT MCPDE & GE



CHRISTIENI
MARIA

198701312009012005



DIREKTORAT JENDERAL
PERKEBUNAN
KEMENTERIAN PERTANIAN

**Jaminan Mutu/Kualitas Pangan Minyak Sawit
Mentah (*Elaeis guineensis* Jacq.): Ulasan
tentang Standar Mutu di Hulu terkait
MCPDE (*Monochloropropanediol Esters*) & GE
(*Glycidyl Esters*)**

**DIREKTORAT TANAMAN TAHUNAN DAN PENYEGAR
DIREKTORAT JENDERAL PERKEBUNAN
KEMENTERIAN PERTANIAN
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

Jaminan Mutu/Kualitas Pangan Minyak Sawit Mentah (*Elaeis guineensis* Jacq.): Ulasan tentang Standar Mutu di Hulu terkait MCPDE & GE

Penyusun : Christieni Maria, S.TP., M.BA
NIP : 198701312009012005
Jabatan : PMHP Ahli Muda

Mengetahui,
Direktur Tanaman Tahunan dan Penyegar



Ir. Hendratmojo Bagus Hudoro, M.Sc
NIP. 196807111995031001

Didokumentasikan
Perpustakaan Direktorat Jenderal Perkebunan
Kementerian Pertanian

Nomor : 1594
Tanggal : 21 Desember 2022



KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas karunia-Nya sehingga buku “**Jaminan Mutu/Kualitas Pangan Minyak Sawit Mentah (*Elaeis guineensis* Jacq.): Ulasan tentang Standar Mutu di Hulu terkait MCPDE & GE**” dapat selesai disusun.

Buku saduran ini disusun dengan tujuan untuk mengetahui secara pasti perlakuan apa saja yang harus dihidari dan dapat dikendalikan selama proses pemeliharaan (pemupukan & dan penggunaan pestisida) maupun pada proses panen & pengangkutan berdasarkan studi empiris dari beberapa penelitian yang berfokus pada peningkatan mutu dan kualitas buah TBS dan CPO khususnya pada pengurangan klorin sebagai bahan baku pembentukan MCPDE dan GE.

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberi dukungan dan kerjasama yang baik. Saran dan kritik membangun sangat kami harapkan guna penyempurnaan buku ini.

Jakarta, Desember 2022

Tim Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	v
BAB I PENDAHULUAN.....	6
1.1 Latar Belakang	6
1.2 Tujuan	10
BAB II ISI	11
2.1 Tinjauan Pustaka.....	11
2.1.1 Informasi Umum Kelapa Sawit.....	11
2.1.2 Panen buah dan proses penggilingan	15
2.1.3 Masalah mutu/kualitas CPO	21
2.1.4 Asam lemak bebas/FFA	24
2.1.5 Mengatur Standar Mutu Saat Ini.....	30
2.1.6 Tahap Pembenihan dan Pemeliharaan ..	31
2.1.7 Tahap Pemanenan.....	33
BAB III PENUTUP	37
3.1 Simpulan.....	37
DAFTAR PUSTAKA	39

DAFTAR GAMBAR

<i>Gambar 2. 1 Struktur buah kelapa sawit</i>	14
<i>Gambar 2. 2 Faktor penyebab kehilangan minyak sawit</i>	20
<i>Gambar 2. 3 Komposisi dari CPO (Kumar and Krishna, 2014; Bahadi et al., 2016; Japir et al., 2017)</i>	23

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri kelapa sawit merupakan salah satu sektor yang berkontribusi terhadap perekonomian banyak negara tropis. Dua spesies pohon palem (Genus: *Elaeis*) dikenal: *Elaeis guineensis* dan *Elaeis oleifera*. *E. guineensis* terutama ditemukan di Afrika Barat. Sedangkan *E. oleifera* berasal dari Amerika Selatan dan Tengah. Indonesia sebagai produsen minyak sawit terbesar memasok 57% produksi minyak sawit dunia pada tahun 2019, diikuti oleh Malaysia (27%), Thailand (4%), Kolombia (2%), Nigeria (1%) dan lain-lain (8%).) (Mundi, 2020). Faktor-faktor yang mendorong keberhasilan industri kelapa sawit khususnya di Indonesia dan Malaysia antara lain luas perkebunan, iklim yang sesuai dan pengelolaan penelitian dan pengembangan yang baik (Basiron dan Weng, 2004).

Minyak kelapa sawit diproduksi, diperdagangkan dan dikonsumsi dalam skala besar

di seluruh dunia, dan menggantikan produksi minyak nabati lainnya seperti minyak kedelai, minyak rapeseed dan minyak bunga matahari terutama dalam industri makanan (Matthäus, 2007). Menurut Sambanthamurthi et al. (2000), kandungan asam lemak tak jenuh dan jenuhnya seimbang dengan asam oleat 39% (tak jenuh tunggal), asam linoleat 11% (tak jenuh ganda), asam palmitat 44%, asam stearat 5%, dan asam miristat 1%. tidak memungkinkan untuk memenuhi asupan harian yang direkomendasikan saja. Delapan puluh persen pasar adalah untuk menggoreng makanan cepat saji karena stabilitasnya untuk dimasak berulang kali dibandingkan dengan kebanyakan minyak nabati. Terlebih sebagai turunan dalam industri makanan yang memberlakukan regulasi yang ketat (Mba et al., 2015). Dahulu kala, kandungan asam palmitat dianggap memiliki efek penyakit kardiovaskular pada profil lipid tubuh yang lazim untuk penyakit jantung (“Konsultasi pakar bersama WHO-FAO tentang diet, nutrisi, dan pencegahan penyakit kronis”, 2003). Namun penelitian lebih lanjut

menemukan bahwa minyak kelapa sawit memiliki efek profil yang mirip dengan asam oleat tak jenuh tunggal (Odia et al., 2015) dan penelitian tersebut membantu mendapatkan kembali kepercayaan pelanggan dan pasar. Sementara itu, minyak sawit ditemukan mengandung toxic fatty acid monochloropropanediol esters (MCPDE) dan fatty acid glycidyl esters (GE) (Bakhiya et al., 2011; Pudel et al., 2011; Craft et al., 2012; Ramli et al. , 2015) meskipun tidak ada bukti yang mendukung klaim tersebut (MPOB, 2014). Tuntutan banyak negara Barat dipengaruhi lagi oleh keprihatinan ini.

Jaminan kualitas umum produksi minyak sawit untuk mengikuti standar peraturan pangan dimulai dari proses hulu. Organisasi Pangan dan Pertanian (FAO) dan Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) dalam komite codex lemak dan minyak, telah menstandarkan banyak komponen kunci (Nations and WHO, 2017). Secara khusus, asam lemak bebas (FFA) dari minyak murni atau minyak sawit mentah (CPO) untuk keperluan makanan tidak boleh melebihi 10 mg KOH/minyak dengan nilai asam

(sekitar 5 % berat). Keberadaan FFA dalam minyak menunjukkan bahwa reaksi hidrolisis minyak telah terjadi pada buah sawit dengan adanya lipase endogen dan mikroba atau uap sterilisasi, dan produk sampingan seperti *diasilgliserol* (DAG) dan *monoasilgliserol* (MAG) secara bersamaan terbentuk. Mereka adalah bahan baku untuk sintesis MCPDE dan GE dengan adanya klorin di kilang melalui 3 rute sintesis seperti yang dirangkum dalam Gambar 1. Istilah klorin yang digunakan di sebagian besar MCPDE dan GE umumnya mengacu pada klorin radikal bebas dan semua jenis yang mengandung klorin. kimia, baik zat organik maupun anorganik. Hingga saat ini, tidak ada batasan kandungan klorin dalam CPO yang diberlakukan oleh panitia Codex meskipun klorin terutama berasal dari CPO. Pupuk (Afandi et al., 2016), pestisida (Muhamad et al., 2010), mineral tanah dan air baku olahan merupakan sumber klorin yang potensial.

Banyak makalah tentang kelapa sawit telah membahas tentang produksi dalam perspektif keberlanjutan ekonomi (Lim et al., 2015),

pengolahan, karakterisasi dan pemanfaatan dalam industri makanan (Mba et al., 2015). Tinjauan ini membahas temuan dari berbagai studi dan tindakan yang diambil oleh industri dan otoritas terkait dalam mengimplementasikan inisiatif untuk meningkatkan kualitas CPO di pabrik untuk penggunaan makanan yang aman, khususnya pada pengurangan DAG, MAG dan klorin sebagai bahan baku pembentukan MCPDE dan GE.

1.2 Tujuan

Diharapkan buku ini dapat menjadi informasi tambahan terkait perlakuan dalam tahapan pemeliharaan kebun dan pemanenan yang dapat menyebabkan tingginya kandungan MCPDE dan GE pada minyak sawit, sehingga dapat meningkatkan mutu dan kualitas buah kelapa sawit yang dihasilkan.

BAB II ISI

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Informasi Umum Kelapa Sawit

Industri minyak sawit Indonesia dalam beberapa tahun terakhir menjadi salah satu isu yang menarik perhatian masyarakat dunia. Menarik perhatian dunia karena perkembangannya yang sangat cepat, mengubah peta persaingan minyak nabati global maupun adanya berbagai isu sosial, ekonomi dan lingkungan yang terkait dengan industri minyak sawit. Industri minyak sawit yang dikenal di Indonesia saat ini memiliki sejarah panjang sejak masa kolonial. Berawal dari empat benih kelapa sawit (dibawa Dr. D. T. Pryce), 2 benih dari Bourbon-Mauritius, 2 benih dari Amsterdam (jenis Dura) untuk dijadikan sebagai tumbuhan koleksi Kebun Raya Bogor tahun 1848. Biji kelapa sawit dari Kebun Raya Bogor tersebut, kemudian disebarakan untuk ditanam menjadi tanaman hias (ornamental) sekaligus sebagai percobaan “uji

lokasi“ baik di Pulau Jawa, Sulawesi, Kalimantan, Nusa Tenggara, Maluku, maupun Sumatera khususnya di perkebunan tembakau Deli. Pada 1878 pembudidayaan kelapa sawit seluas 0.4 Ha dalam bentuk percobaan dilakukan di distrik Deli oleh Deli Maatschappij. Hasil percobaan seperti yang dilaporkan J. Kroll Manajer Deli Maatschappij cukup menggembirakan dan bahkan produksinya lebih baik daripada di Afrika Barat habitat asalnya. Walaupun demikian pengelohan buah masih menjadi kendala pada waktu itu sehingga baru tahun 1911 perusahaan Belgia membuka usaha perkebunan kelapa sawit komersial pertama di Pulau Raja

(Asahan) dan Sungai Liput (Aceh). Oleh karena itu 1911 dianggap awal dari perkebunan kelapa sawit di Indonesia. Pada tahun 1911, perusahaan Jerman juga membuka usaha perkebunan kelapa sawit di Tanah Itam Ulu. Langkah investor Belgia dan Jerman tersebut diikuti oleh investor asing lainnya termasuk Belanda dan

Inggris. Tahun 1916 telah ada 19 perusahaan perkebunan kelapa sawit di Indonesia dan meningkat menjadi 34 perusahaan pada tahun 1920. Pabrik Kelapa Sawit (PKS) pertama di Indonesia dibangun di Sungai Liput (1918) kemudian di Tanah Itam Ulu (1922). Perkembangan industri minyak sawit Indonesia mengalami akselerasi setelah berhasil melakukan penguatan Perkebunan Besar Swasta Nasional (PBSN I, II, III) dan diterapkan model perkebunan kelapa sawit sinergi antara petani dengan korporasi yang dikenal dengan Perkebunan Inti Rakyat (PIR) atau NES (Nucleus Estate and Smallholders). Keberhasilan uji coba NES (NES I-IV) yang dibiayai Bank Dunia, kemudian dikembangkan menjadi berbagai model PIR. PIR Khusus dan PIR Lokal (1980-1985) dikembangkan dalam rangka mengembangkan ekonomi lokal; PIR Transmigrasi (1986-1995) dikaitkan dengan pengembangan wilayah baru dan PIR Kredit Koperasi Primer untuk Para Anggotanya (1996) dikaitkan dengan pengembangan koperasi pedesaan. Melalui pola-pola PIR tersebut,

perkebunan kelapa sawit berkembang dari Sumatera Utara-Aceh, ke Riau, Kalimantan dan ke daerah lain di Indonesia

Tandan matang atau layak panen adalah tandan yang telah berwarna merah jingga. Warna tersebut timbul karena meningkatnya kandungan karoten (pigmen warna merah alami) yang ada di bagian kulit buah sawit matang. Buah kelapa sawit terdiri dari 4 bagian penting yaitu exocarp, mesocarp, endocarp dan kernel. Minyak sawit sendiri berasal dari bagian mesokarp (CPO) dan kernel (PKO).

Gambar 2. 1 Struktur buah kelapa sawit



Sumber: Pusat Penelitian Kelapa Sawit,

Buah kelapa sawit (brondolan) melekat pada tandan dimana dalam satu tandan memuat banyak brondolan. Kematangan buah kelapa sawit ditandai

dengan adanya perubahan warna dimana buah muda berwarna kuning pucat dan semakin tua berubah menjadi kehitaman (Pahan, 2015)

2.1.2 Panen buah dan proses penggilingan

Buah sawit yang matang ditandai dengan warna jingga kemerahan dan tandan buah sawit yang sudah matang biasanya memiliki berat sekitar 10 hingga 40 kg. Setiap buah mengandung cangkang yang terdiri dari kernel (*endosperm*) yang dibungkus oleh cangkang kayu yang keras (*endocarp*). Cangkang ini dikelilingi oleh daging buah yang berminyak dan berserat (*mesocarp*) dan ditutupi oleh kulit yang berlapis tipis (*exocarp*) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. 1

Dua minggu setelah bunga mekar, buah biasanya mulai berkembang dan berdiferensiasi sebelum minyak menumpuk di mesocarp antara 16 bunga mekar dan 21 bunga mekar (Oo et al., 1985). Menurut para peneliti, pertumbuhan buah sawit dapat diklasifikasikan menjadi tiga tahap, dari

pengendapan minyak hingga mesokarp terisi minyak sepenuhnya. Pada tahap akhir, buah matang dan mesocarp kuning cerah dihasilkan dari kandungan karoten yang tinggi dalam minyak (Rangkuti et al., 2018).

Proses pemanenan tandan buah segar (TBS) dilakukan secara manual oleh petugas lapangan selama kunjungan lapangan rutin dengan menggunakan arit yang dipasang di ujung tiang, dan pohon serta tanah kelapa sawit dibersihkan. TBS kemudian diangkut ke pabrik untuk diekstraksi dalam waktu tidak lebih dari 24 jam untuk menghindari kehilangan minyak akibat reaksi hidrolisis minyak.

Umumnya, pabrik kelapa sawit melibatkan lima unit operasi dasar: sterilisasi TBS, pengupasan TBS, destruksi, ekstraksi minyak, dan klarifikasi minyak. TBS awalnya diolah terlebih dahulu di ruang sterilisasi suhu tinggi untuk menonaktifkan enzim lipolitik dan melonggarkan buah (Subramaniam et al., 2010). Suhu dan waktu tinggal dikontrol dengan

ketat; TBS dikukus pada suhu 40 psig dan 140°C selama 70 hingga 90 menit menurut Sivasothy et al. (2005). Penggunaan suhu tinggi menyebabkan dinding sel pecah dan selanjutnya meningkatkan rendemen minyak (Kasmin et al., 2016). Namun, sterilisasi yang berlebihan dapat menyebabkan reaksi lain seperti oksidasi dan kemampuan pemutihan yang buruk pada produk akhir yang mempengaruhi kualitasnya (Junaidah et al., 2015).

TBS yang telah disterilkan kemudian dikirim ke stripper, yang biasanya berupa drum perontok putar, untuk memisahkan buah kelapa sawit dari tangkai dan tandan. Tandan buah kosong (EFB) yang dipisahkan dikirim kembali ke perkebunan sebagai pupuk, atau ke boiler sebagai bahan baku untuk menghasilkan panas bagi pabrik (Subramaniam et al., 2010), tetapi yang terakhir dilengkapi dengan perangkat partikel karena kekhawatiran pencemaran lingkungan (Hawari et al., 2018). Sementara itu, fruitlet dipindahkan ke digester untuk memisahkan mesocarp dari kacang dengan

memutar lengan pengocok pada suhu tinggi antara 80 hingga 90 °C (Subramaniam et al., 2010; Hosseini dan Wahid, 2015). Proses ini membantu mengurangi kekentalan minyak, menghancurkan eksokarp, dan melengkapi penghancuran sel-sel minyak dari proses sterilisasi (Poku, 2002).

Tumbuk yang telah dicerna selanjutnya ditekan dengan menggunakan screw press untuk mengekstraksi CPO. Pada tahap ini, dengan meningkatnya tekanan, lebih banyak CPO akan diperas dari adonan yang dicerna. Kondisi pengepresan optimal sangat penting karena kernel akan retak jika tekanan terlalu tinggi diterapkan, yaitu lebih tinggi dari 50 bar, dan akibatnya menyebabkan kontaminasi karena minyak inti sawit mentah (CPKO) dapat menyemprot dari kernel yang rusak ke dalam CPO (Obibuzor et al., 2012).

Ekstrak cair sekarang menjadi campuran minyak, air dan kotoran nabati seperti puing-puing sel dan bahan berserat. Klarifikasi setelah proses pengepresan sangat penting untuk menghilangkan

padatan tersuspensi dari CPO. Saringan getar biasanya digunakan di antaranya, untuk menyaring ekstrak, meninggalkan kotoran. Untuk menyempurnakan proses, CPO selanjutnya diklarifikasi dengan gravitasi dalam tangki pengendapan diikuti dengan langkah sentrifugasi. CPO yang dituang kemudian dipindahkan ke pengering vakum untuk menghilangkan kelembapan sebelum disimpan dalam wadah yang sesuai untuk diekspor atau dikirim ke kilang. Tabel 2 merangkum tujuan dari setiap unit operasi di pabrik kelapa sawit.

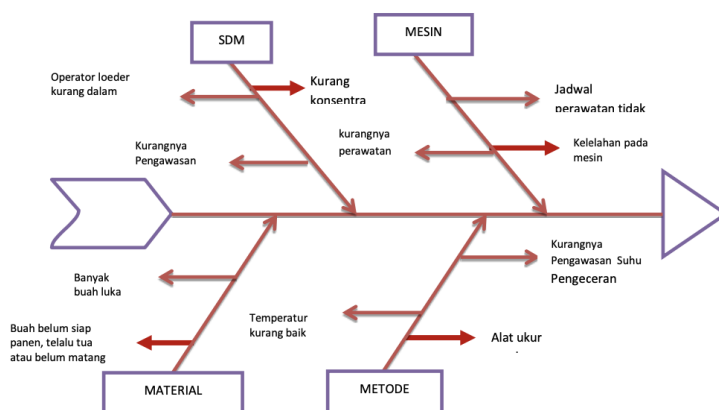
Kinerja proses ekstraksi, laju ekstraksi minyak (OER), ditentukan dari rasio massa produk akhir CPO terhadap tandan buah segar, TBS, seperti yang ditunjukkan pada persamaan (1).

$$\text{OER} = \frac{\text{Mass of extracted oil}}{\text{Mass of a fresh fruit bunch (FFBs)}}$$

Beberapa minyak biasanya hilang dalam proses penggilingan. Zulkefli dkk. (2017) menemukan bahwa kehilangan minyak tertinggi terjadi pada serat

yang dipres dan pada biji berminyak-basah. Gambar 2.2 di bawah ini untuk menunjukkan factor-faktor penyebab terjadinya kehilangan minyak dengan menggunakan Diagram.

Gambar 2. 2 Faktor penyebab kehilangan minyak sawit



Sumber : Luthfi P, Abdurrozzaq H, Armando R. 2020

Selanjutnya, CPO disuling dihilangkan baunya dan dikelantang di kilang. Minyak CPKO atau endosperm juga diekstrak. Dengan memiliki sifat dan karakteristik yang berbeda, keduanya digunakan untuk tujuan yang berbeda dimana CPO lebih cocok untuk aplikasi pangan dan CPKO untuk

aplikasi non pangan seperti kosmetik dan permesinan (Obibuzor et al., 2012).

2.1.3 Masalah mutu/kualitas CPO

CPO adalah campuran bahan kimia yang kompleks, 95–99% triasilgliserol (TAG), DAG, MAG, dan FFA. Sisanya (1–5%) terdiri dari karotenoid, tokoferol, tokotrienol, sterol, fosfatida, alkohol alifatik, dan komponen non-asilgliserol lainnya. Karotenoid, tokoferol dan tokotrienol penting dalam menstabilkan CPO (Nagendran et al., 2000).

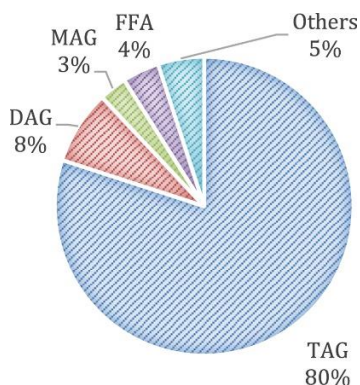
CPO biasanya mengandung 500 hingga 4000 ppm karotenoid. 37% dan 50% masing-masing adalah α - dan β -karoten, yang cukup tinggi sebagai sumber vitamin A (Nagendran et al., 2000): 15 kali lipat dari wortel dan 300 kali lipat dari tomat, dan sebagai antioksidan dan agen anti-karsinogenik, dan melawan penyakit kardiovaskular (Odia et al., 2015; Santos et al., 2015). Karena preferensi warna terang dari produk akhir, kandungan karotenoid berkurang selama proses pemurnian. Dua komponen bermanfaat lainnya adalah tokoferol dan

tokotrienol, yang memberikan khasiat nutrisi sebagai vitamin E dan juga bertindak sebagai antioksidan. Adanya tokoferol dan tokotrienol juga membuat CPO mampu bertahan pada suhu tinggi sehingga cocok digunakan sebagai minyak goreng (Okolo dan Adejumo, 2014). Namun, selama proses pemurnian, beberapa komponen ini juga hilang sehingga menyisakan 69% minyak sawit, 76% stearin sawit dan 72% olein sawit (Sambanthamurthi et al., 2000).

Secara fisik, CPO memiliki sifat semi-padat pada suhu kamar dan dapat difraksinasi menjadi dua fraksi utama berdasarkan sifat kristalisasi acygliserol (Kellens et al., 2007). Pada suhu operasi, beberapa asilgliserol akan memadat dan terpisah dari bagian cair yang tersisa membentuk dua fraksi yang berbeda. Fraksi padat dengan titik leleh tinggi antara 48–50 °C disebut palm stearin sedangkan fraksi cair dengan titik leleh rendah antara 18–20 °C disebut palm olein (Jacobsberg dan Ho, 1976). Baik palm stearin maupun palm olein umumnya ditemukan dalam produk makanan sehari-hari

seperti shortening dan minyak goreng (Kadandale et al., 2019).

CPO merupakan bahan baku penting untuk industri makanan, bahan kimia oleo dan biodiesel yang akan menentukan kualitas yang dibutuhkan. Kualitasnya sangat tergantung pada praktik pabrik, penyimpanan dan penanganan CPO. Gambar 2.3 menunjukkan parameter umum yang digunakan dalam menilai kualitas CPO.



Gambar 2. 3 Komposisi dari CPO (Kumar and Krishna, 2014; Bahadi et al., 2016; Japir et al., 2017)

2.1.4 Asam lemak bebas/FFA

Keberadaan FFA menunjukkan pembentukan MAG dan DAG, reaktan untuk pembentukan MCPDE dan GE yang tidak diinginkan di kilang, melalui salah satu dari tiga reaksi hidrolisis asilgliserol berturut-turut seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6. Kecepatan hidrolisis DAG dan MAG sekitar 30 kali lebih tinggi dari itu hidrolisis TAG di hadapan lipase pankreas (Mattson dan Beck, 1955) menunjukkan bahwa yang terakhir adalah langkah pembatas. Kehadiran FFA akan menghasilkan ketengikan, dan memperburuk minyak sawit untuk konsumsi makanan (Sambanthamurthi et al., 2000). Biasanya dinilai dan disebut sebagai nilai asam dalam penilaian dan penentuan harga komersial CPO (Cadena et al., 2013). FFA harus dijaga serendah mungkin untuk memperpanjang umur minyak. Kandungan FFA biasanya sekitar 3–4% dalam CPO (Kumar dan Krishna, 2014). Batas kandungan FFA yang dapat diterima untuk aplikasi makanan adalah 5% (Bahadi et al., 2016), dan CPO

dengan FFA lebih dari 5% cocok untuk aplikasi lain seperti dalam pembuatan biodiesel (Hayyan et al., 2013). Komponen lain dalam CPO yang dapat menyebabkan ketengikan dan penurunan mutu minyak adalah logam sisa, kadar air, dan pengotor non-asilgliserol (Nagendran et al., 2000).

Kandungan FFA pada dasarnya ditentukan dengan menggunakan metode titrasi dimana natrium hidroksida atau kalium hidroksida dan fenolftalein masing-masing digunakan sebagai larutan standar dan indikator (Bahadi et al., 2016; Japir et al., 2017; Ramli et al., 2017; Tan et al., 2017). Kandungan FFA dapat meningkat karena aktivitas enzimatik dimana keberadaan lipase endogen dan mikroba dalam CPO menginduksi pembentukan FFA melalui reaksi hidrolisis TAG. Akibatnya, FFA, DAG dan MAG akan lebih banyak diproduksi dan pada akhirnya meningkatkan kandungan FFA dari CPO (Japir et al., 2017). FFA akan mengurangi produksi minyak goreng di kilang sementara DAG dan MAG adalah bahan baku

utama dalam pembentukan MCPDE dan GE dengan adanya klorin. Penentuan FFA penting bukan hanya karena hilangnya produk minyak tetapi juga menurunkan keamanan pangan (Gao et al., 2019). Penelitian sebelumnya telah menemukan bahwa aktivitas lipase sangat terkait dengan tingkat kematangan buah, memar buah dan penyimpanan pasca panen.

Tingkat FFA yang lebih rendah ditemukan pada buah kelapa sawit pada 20 WAA dibandingkan dengan 21 WAA, yang disebabkan oleh kematangan yang berbeda (Oo et al., 1985; Sambanthamurthi et al., 1991). Hal itu dilaporkan dalam penelitian lain yang dilakukan oleh Tagoe et al. (2012) bahwa kadar FFA yang tinggi ditemukan pada minyak sawit yang diekstraksi dari buah yang terlalu matang. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Morcillo et al. (2013) dimana peningkatan FFA diamati ketika hari panen ditunda. Detasemen karena pemotongan atau pematangan berlebih dan TBS yang dipanen dibiarkan sehari-hari juga akan

meningkatkan FFA (MPOB, 2015; Teng et al., 2015). Selain itu, buah yang terlalu matang lebih rentan terhadap memar dan kontaminasi mikroba akibat melunaknya mesocarp.

Memar buah saat panen, transportasi dan pemindahan dari truk ke hopper mendorong aktivitas lipase dan akibatnya membentuk FFA (Krisdiarto dan Sutiarso, 2016). Kira-kira 2,88% buah kecil pada tandan yang baru dipanen mengalami memar dan selanjutnya FFA meningkat menjadi 30,74% setelah dihancurkan (Sivasothy dan Halim, 2000). Hadi dkk. (2009) melaporkan bahwa kategori memar berpengaruh signifikan terhadap perkembangan FFA. Memar kecil dan buah tidak memar tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam jumlah FFA yang dihasilkan sementara FFA tinggi dihasilkan pada kedua kasus memar sedang dan berat. Hasil ini didukung oleh Ali et al. (2014) yang menemukan perbedaan signifikan FFA pada buah memar mayor dan minor setelah penyimpanan dua jam. Untuk buah sawit yang memar, kandungan FFA

dapat mencapai 8% sampai 10% dalam 40 menit, sedangkan untuk buah yang tidak memar kandungan FFA hanya dapat meningkat 0,2% dalam 4 hari (Norris, 1979; Ekwenye, 2006).).

Pembentukan FFA meningkat secara proporsional dengan waktu sehingga lama penyimpanan TBS sebelum proses sterilisasi juga berkontribusi terhadap tingginya kadar FFA (Ali et al., 2014). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Kumaradevan et al. (2015), kandungan FFA belum mencapai batas yang diperbolehkan yaitu 5% dari FFA ketika TBS disimpan lebih lama dari 72 jam setelah panen. Sementara itu, dilaporkan dalam penelitian lain bahwa semua TBS tidak memenuhi standar yang dipersyaratkan, kecuali tandan segar yang dipanen (Basyuni et al., 2017). Sebuah penelitian dilakukan oleh Hadi et al. (2009) untuk mengetahui pengaruh interval waktu antara pengupasan dan ekstraksi minyak terhadap pembentukan FFA. Namun, periode penundaan 4 hingga 12 jam tidak memberikan pengaruh yang

signifikan dalam pembentukan FFA. Menurut Berger (2006), dimungkinkan untuk memproduksi CPO dengan kadar FFA di bawah 2,5% dengan cara panen cepat untuk mengurangi buah yang terlalu masak. Selain itu efek memar saat panen diminimalisir dengan segera dilakukan sterilisasi menggunakan *silo* untuk mengurangi waktu tunda (Berger, 2006). Salah satu contohnya adalah dengan menggunakan proses *Modipalm Continuous Sterilization*, di sisi lain, menggunakan uap jenuh pada tekanan atmosfer sekitar 100o C untuk memasak tandan buah dalam ruang memasak tanpa tekanan selama sekitar 80 menit (dibandingkan dengan 140o C dan waktu memasak 90 menit di proses konvensional). Para peneliti telah lama menetapkan bahwa pada suhu 70o C suhu tersebut cukup untuk menonaktifkan enzim pemecah lemak atau lipase yang bertanggung jawab atas pemecahan minyak sawit dalam buah menjadi Asam Lemak Bebas dan gliserol. Mereka juga menetapkan kerentanan minyak sawit terhadap oksidasi di bawah suhu tinggi dan dengan adanya

oksigen (udara). Faktanya, para ahli teknologi minyak sawit telah lama menganjurkan suhu serendah mungkin untuk proses sterilisasi dan penyimpanan minyak sawit mentah untuk meminimalkan oksidasi.

2.1.5 Mengatur Standar Mutu Saat Ini

Sebagai sumber daya penting bagi industri makanan manusia, kualitas minyak sawit dikendalikan oleh pemerintah dan sektor swasta minyak sawit dengan menerapkan sistem jaminan sistematis yang mengikuti standar internasional seperti *Hazard Analysis and Critical Control Points* (HACCP), ISO 9001 dan *Good Manufacturing Practices* (GMP). Standar makanan internasional Codex diperkenalkan oleh FAO dan WHO untuk memberikan pedoman, kode dan praktik untuk melindungi kesehatan masyarakat dan untuk memastikan praktik perdagangan yang adil (Nations and WHO, 2017). Sertifikasi Minyak Sawit Berkelanjutan Indonesia (ISPO), Minyak Sawit Berkelanjutan Malaysia (MSPO) dan Minyak Sawit

Berkelanjutan Meja Bundar (RSPO) saat ini merupakan kode praktik yang digunakan di sebagian besar minyak sawit tidak hanya dalam produksi minyak sawit tetapi juga masyarakat dan rantai pasokan (Efeca , 2016; Rival et al., 2016).

2.1.6 Tahap Pembenihan dan Pemeliharaan

Untuk mendapatkan produk minyak sawit berkualitas tinggi, prosesnya diawasi secara ketat sejak tahap perkebunan. Langkah paling awal adalah menjaga kualitas bibit dengan melakukan penyerbukan silang pada pohon induk terpilih. Secara umum terdapat tiga bentuk buah sawit yang berbeda yaitu dura, pisifera dan tenera. Masing-masing dibedakan berdasarkan kenampakan fisik mesocarp, endocarp dan kernel.

Selama pembibitan, tanaman ditanam dalam kantong polietilen hingga 10 hingga 12 bulan di bawah pengawasan ketat sebelum ditanam di lapangan (Muhammad et al., 2010). Dua tujuan

tahap pembibitan: untuk memastikan tanaman mendapatkan nutrisi yang cukup dan perlindungan dari hama. Di lahan perkebunan, jarak antara setiap pohon sawit sangat penting karena dapat berkontribusi terhadap penyakit Busuk Batang Basal (BSR), penyakit yang menyebabkan kerusakan jaringan basal tanaman dan mempengaruhi produksi minyak sawit (Azahar et al., 2011).

Perawatan kimia dan pemupukan penting untuk memastikan kesehatan pohon kelapa sawit. Klorin pada buah sebagian besar berasal dari pestisida dan herbisida seperti Diuron (Muhamad et al., 2010), 2,4-D (Kuntom et al., 2007), Aldrin, Endrin, δ -BHC, 4-DDT, Methoxychlor dan Endosulfan (Kuntom et al., 2007; Sharip et al., 2017). Mengurangi penggunaannya menurunkan biaya sementara hasil yang sama dari buah kelapa sawit bertahan selama 2 tahun (Darras et al., 2019).

2.1.7 Tahap Pemanenan

Kualitas bahan baku dalam pengolahan minyak sawit tergantung pada standar kematangan buah dan pakan yang masuk ke digester. Kematangan buah sawit terutama terkait dengan kandungan FFA dimana semakin matang buah akan dihasilkan FFA yang lebih tinggi (Oo et al., 1985; Sambanthamurthi et al., 1991; Tagoe et al., 2012; Morcillo et al., 2013). Sementara itu, meminimalkan kotoran pada TBS akan mengurangi kemungkinan keausan logam pada proses selanjutnya sehingga terhindar dari kontaminasi besi. Pemanenan dilakukan secara menyeluruh oleh pekerja perkebunan untuk memastikan tingkat kematangan yang sesuai dan memar buah yang minimal.

Meminimalkan memar adalah salah satu usulan perbaikan proses pemetikan dan pengiriman buah (Menon, 2017). Ini adalah proses kritis karena tingkat kematangan dan memar buah dapat mempengaruhi kualitas produk akhir melalui kandungan FFA, nilai DOBI dan warna. Para pekerja

biasanya dipandu, terlatih dengan baik dan berpengetahuan tentang standar kematangan karena peraturan diberlakukan untuk memastikan TBS matang dipanen (Hassan dan Mohammad, 2005;).

Indikator alami yang biasa digunakan untuk menentukan waktu panen yang tepat adalah kenampakan warna buah dan jumlah bulir yang terlepas (Kassim et al., 2011). Adalah peran pengelola lapangan untuk memastikan kematangan TBS dan mengatur interval pemanenan yang tepat sehingga hanya tandan yang tepat yang dipetik. TBS kemudian diangkut ke pabrik untuk diekstraksi dalam waktu tidak lebih dari 24 jam untuk menghindari kehilangan minyak akibat reaksi hidrolisis. Tergantung pada tingkat kematangan buah kelapa sawit, kandungan minyaknya sekitar 15–25% dari berat totalnya (Sambantamurthi et al., 2009; Sheil et al., 2009). Meskipun buah yang terlepas dianggap sebagai indikator kematangan TBS, buah tersebut terutama yang memar biasanya

tidak diambil karena kandungan FFA yang tinggi (Hadi et al., 2009).

Beberapa penelitian telah memperkenalkan metode lain tetapi tampaknya tidak praktis dan membosankan. Sensor berbasis gelombang mikro digunakan untuk menentukan tingkat kematangan TBS berdasarkan kadar air dan minyaknya (Abbas et al., 2005; Khalid dan Abbas, 1992) tetapi metode tersebut hanya berlaku untuk pekerjaan skala laboratorium. Demikian pula, kamera warna RGB dipelajari untuk menangkap gambar TBS yang dipanen di mana nilai intensitas merah (R), hijau (G) dan biru (B) akan membedakan TBS menjadi hitam, keras, matang, terlalu matang, kosong dan busuk (Ishak et al., 2000; Alfatni et al., 2008). Penerapannya menghadapi beberapa keterbatasan di perkebunan nyata karena percobaan dilakukan di bawah lingkungan yang terkendali di laboratorium (Ishak et al., 2000). Razali dkk. (2009) dan Ishak dan Hudzari (2010) telah mengembangkan model yang menentukan

kematangan TBS dengan mempertimbangkan warna dan kadar air TBS. Tabel kematangan dikembangkan oleh mereka untuk mengelola dan menampilkan lokasi TBS dan tahap kematangan. Menurut para peneliti, penerapan metode ini pada perkebunan skala besar membutuhkan sistem pendataan yang terotomatisasi karena data perlu dicatat secara konsisten; interval waktu antara pemanenan dan sterilisasi dikurangi serendah mungkin untuk meminimalkan aktivitas lipase.

BAB III PENUTUP

3.1 Simpulan

Salah satu prekursor 3 MCPDE adalah senyawa klor yang di hulu dipakai pada pupuk misalnya KCL dan pestisida organochlor. Namun tidak perlu dilakukan pembatasan sumber klor terutama sebagai input produksi, karena dalam proses fisiologi tanaman, Cl bukan dalam bentuk bebas tapi terikat sehingga tidak mudah berfungsi sebagai precursor apabila berada di TBS.

Prekursor lainnya adalah digliserida dan monogliserida yang terbentuk pada proses hidrolisis minyak menjadi asam lemak bebas. Hal ini merupakan titik persoalan di kebun, bagaimana memastikan TBS tidak melewati standar. GAP/GHP panen dan pengangkutan TBS perlu dikerjakan dengan disiplin untuk menjamin 3MCPDE minimum terbentuk melalui prekursor ini.

Pembentukan ester beracun selama di pabrik sangat terkait dengan kualitas CPO dari proses hulu.

FFA, parameter utama untuk verifikasi kualitas secara tidak langsung menjadi indikator keberadaan MAG dan DAG. Penilaian bahan baku lainnya mencakup konten AV, M&I, dan klorin. Karena klorin dianggap sebagai bahan baku potensial untuk MCPDE dan GE, sumbernya harus diselidiki dan diatur lebih lanjut. Praktek saat ini dalam mengendalikan pembentukan bahan baku selama proses hulu adalah soal penanganan buah, pengolahan pabrik CPO dan metode penyimpanan produk akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi AM, Zulkifli H, Khalid H, Hasnol O, Zuhaili HAZAN, Zuraidah T. 2016. Oil palm fertilizer recommendation for Sabah soils. *Oil Palm Bull* 72: 1–24. [[Google Scholar](#)]
- Bahadi MA, Japir A-W., Salih N, Salimon J. 2016. Free Fatty Acids Separation from Malaysian High Free Fatty Acid Crude Palm Oil Using Molecular Distillation. *Malay J Anal Sci* 20(5): 1042–1051. <https://doi.org/10.17576/mjas-2016-2005-08>. [[Google Scholar](#)]
- Bakhiya N, Abraham K, Gurtler R, Appel KE, Lampen A. 2011. Toxicological assessment of 3-chloropropane-1, 2-diol and glycidol fatty acid esters in food. *Mol Nutr Food Res* 55(4): 509–521. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201000550>. [[PubMed](#)][[Google Scholar](#)]
- Basiron Y, Weng CK. 2004. The oil palm and its sustainability. *J Oil Palm Res* 16(1): 1–10. [[EDP Sciences](#)] [[Google Scholar](#)]
- Basyuni M, Amri N, Putri LAP, Syahputra I, Arifiyanto D. 2017. Characteristics of fresh fruit bunch yield and the physicochemical qualities of palm oil during storage in North

Sumatra, Indonesia. *Ind J Chem* 17(2): 182–190. <https://doi.org/10.22146/ijc.24910>. [[Google Scholar](#)]

- Berger KG. 2006. Understanding oils and fats. *Global Oil Fat Bus Mag* 3(4). [[Google Scholar](#)]
- Cadena T, Prada F, Perea A, Romero HM. 2013. Lipase activity, mesocarp oil content, and iodine value in oil palm fruits of *Elaeis guineensis*, *Elaeis oleifera*, and the interspecific hybrid O × G (*E. oleifera* × *E. guineensis*). *J Sci Food Agric* 93(3): 674–680. <https://doi.org/10.1002/jsfa.5940>. [[Cross Ref](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Craft BD, Nagy K, Seefelder W, Dubois M, Destailats F. 2012. Glycidyl esters in refined palm (*Elaeis guineensis*) oil and related fractions. Part II: practical recommendations for effective mitigation. *Food Chem* 132(1): 73–79. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.10.034>. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2014. *Pedoman Budidaya Kelapa Sawit yang Baik (Elaeis guineensis)*. Jakarta
- Efeca. 2016. Comparison of the ISPO, MSPO and RSPO. [[Google Scholar](#)]

- Gao B, Li Y, Huang G, Yu L. 2019. Fatty Acid Esters of 3-Monochloropropanediol: A Review. *Ann Rev Food Sci Technol* 10(1): 259–284. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-032818-121245>. [Google Scholar]
- Hadi S, Ahmad D, Akande FB. 2009. Determination of the bruise indexes of oil palm fruits. *J Food Eng* 95(2): 322–326. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.05.010>. [Google Scholar]
- Hawari Y, Halim RM, Aziz AA. 2018. Review on technologies advancement for particulate emission reduction in palm oil mill. *Palm Oil Eng Bull* (129): 42–53. [Google Scholar]
- Hosseini SE, Wahid MA. 2015. Pollutant in palm oil production process. *J Air Waste Manag Assoc* 65(7): 773–781. <https://doi.org/10.1080/10962247.2013.873092>. [PubMed] [Google Scholar]
- Ishak WIW, Hudzari MR. 2010. Image based modeling for oil palm fruit maturity prediction. *Int J Food Agric Environ* 8(2): 469–476. [Google Scholar]
- Joint WHO-FAO expert consultation on diet, nutrition, and the prevention of chronic diseases. 2003. <http://apps.who.int/iris/bitstream/handl>

[e/10665/42665/WHO_TRS_916.pdf;jsessionid=3CA350E9D87905AC4005DEB9457C0010?sequence=1](https://doi.org/10.10665/42665/WHO_TRS_916.pdf;jsessionid=3CA350E9D87905AC4005DEB9457C0010?sequence=1) (Retrieved from 15/4/2020). [[Google Scholar](#)]

- Junaidah MJ, Norizzah AR, Zaliha O. 2013. Effect of sterilization process on deterioration of bleachability index (DOBI) of crude palm oil (CPO) extracted from different degree of oil palm ripeness. *Int J Biosci Biochem Bioinform* 3(4): 322–327. <https://doi.org/10.7763/IJBBB2013.V3.223>. [[Google Scholar](#)]
- Junaidah MJ, Norizzah AR, Zaliha O, Mohamad S. 2015. Optimisation of sterilisation process for oil palm fresh fruit bunch at different ripeness. *Int Food Res J* 22(1): 275–282. [[Google Scholar](#)]
- Kasmin H, Lazim AM, Awang R. 2016. Effect of heat treatments on the yield, quality and storage stability of oil extracted from palm fruits. *Malay J Anal Sci* 20(6): 1373–1381. [[Google Scholar](#)]
- Kassim MSM, Ramli AR, Ismail WIW, Bejo SK. 2011. Oil palm fresh fruit bunches (FFB) growth determination system to support harvesting operation. *J Food Agric Environ* 10(2): 620–625. [[Google Scholar](#)]

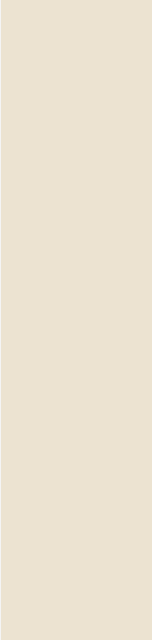
- *Krisdiarto AW, Sutiarmo L. 2016. Study on Oil Palm Fresh Fruit Bunch Bruise in Harvesting and Transportation to Quality. Makara J Technol 20(2): 67–72. <https://doi.org/10.7454/mst.v20i2.3058>. [Google Scholar]*
- *Kumar P, Krishna G. 2014. Physico-chemical characteristics and nutraceutical distribution of crude palm oil and its fractions. Grasas y Aceites 65(2). <https://doi.org/10.3989/gya.097413>. [Google Scholar]*
- *Lau HLN, Choo YM, Ma AN, Chuah CH. 2006. Characterization and supercritical carbon dioxide extraction of palm oil (*Elaeis Guineensis*). J Food Lipids 13(2): 210–221. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4522.2006.00046.x>. [Google Scholar]*
- *Lim CI, Biswas W, Samyudia Y. 2015. Review of Existing Sustainability Assessment Methods for Malaysian Palm Oil Production. Proc CIRP 26: 13–18. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.08.020>. [Google Scholar]*
- *Luthfi P, Abdurrozzaq H, Armando R. 2020. Evaluasi Kehilangan Minyak Pada Proses Pengolaan Crude Palm Oil dengan Metode Statistical Process Control.*

- Matthäus B. 2007. *Use of palm oil for frying in comparison with other high-stability oils.* *Eur J Lipid Sci Technol* 109(4): 400–409. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200600294>. [[Google Scholar](#)]
- Mba OI, Dumont M-J, Ngadi M. 2015. *Palm oil: Processing, characterization and utilization in the food industry – A review.* *Food Biosci* 10: 26–41. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2015.01.003>. [[Google Scholar](#)]
- Muhammad H, Hashim Z, Subramaniam V, et al. 2010. *Life cycle assessment of oil palm seedling production (Part 1).* *J Oil Palm Res* 22: 878–886. [[Google Scholar](#)]
- Odia OJ, Ofori S, Maduka O. 2015. *Palm oil and the heart: A review.* *World J Cardiol* 7(3): 144–149. <https://doi.org/10.4330/wjc.v7.i3.144>. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Oo KC, Teh SK, Khor HT, Ong ASH. 1985. *Fatty acid synthesis in the oil palm (Elaeis guineensis): Incorporation of acetate by tissue slices of the developing fruit.* *Lipids* 20(4): 205–210. [[Google Scholar](#)]
- *Palm Oil Agribusiness Strategic Policy Institute – PASPI. Mitos Vs Fakta Industri*

Minyak Sawit Indonesia dalam Isu Sosial, Ekonomi dan Lingkungan Global: PASPI

- Rangkuti IUP, Julianti E, Elisabeth J. 2018. *The tocol content of crude palm oil based on the level ripeness and their relationship to the quality and their stability. IOP Conf Ser: Earth Environ Sci 122. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/122/1/012081>.[\[Google Scholar\]](#)*
- Razali MH, Ishak WIW, Rahman RA, Nasir SM, Haniff HM. 2009. *Development of image based modeling for determination of oil content and days estimation for harvesting of fresh fruit bunches. Int J Food Eng 5(2): 12–30. [\[Google Scholar\]](#)*
- Sambanthamurthi R, Cheang OK, Parman SH. 1995. *Factors Affecting Lipase Activity in the Oil Palm (Elaeis Guineensis) Mesocarp. In: Kader J-C, Mazliak P, eds. Plant Lipid Metabolism. Dordrecht, Netherlands: Springer, pp. 555–557.[\[Google Scholar\]](#)*
- Sambanthamurthi R, Chong CL, Oo KC, Rajan P, Yeo KH. 1991. *Chilling-induced lipid hydrolysis in the oil palm (Elaeis guineensis) mesocarp. J Exp Bot 42(9): 1199–1205. <https://doi.org/10.1093/jxb/42.9.1199>. [\[Google Scholar\]](#)*

- Sambanthamurthi R, Rajanaidu N, Parman SH. 2000. Screening for lipase activity in the oil palm. *Biochem Soc Trans* 28(6): 769. Retrieved from <http://www.biochemsoctrans.org/content/28/6/769.abstract>. [PubMed] [Google Scholar]
- Sambanthamurthi R, Singh R, Kadir APG, Abdullah MO, Kushairi A. 2009. Opportunities for the oil palm via breeding and biotechnology. *Breed Plant Tree Crops: Trop Spec* 377–421. https://doi.org/10.1007/978-0-387-71201-7_11. [Google Scholar]
- Sambanthamurthi R, Sundram K, Tan Y-A. 2000. Chemistry and biochemistry of palm oil. *Progr Lipid Res* 39(6): 507–558. [https://doi.org/10.1016/s0163-7827\(00\)00015-1](https://doi.org/10.1016/s0163-7827(00)00015-1). [Google Scholar]
- Supriyono J. 2018. Sejarah Kelapa Sawit Indonesia. Retrieved from <https://gapki.id/news/3652/video-sejarah-kelapa-sawit-indonesia>. [Google Scholar]



**DIREKTORAT TANAMAN TAHUNAN
DIREKTORAT JENDERAL PERKEBUNAN
KEMENTERIAN PERTANIAN
2022**