

PENENTUAN RENDEMEN, MUTU DAN KOMPOSISI KIMIA MINYAK SAWIT DAN MINYAK INTI SAWIT TANDAN BUAH SEGAR BERVARIASI KEMATANGAN SEBAGAI DASAR UNTUK PENETAPAN STANDAR KEMATANGAN PANEN

DETERMINATION OF YIELD, QUALITY AND CHEMICAL COMPOSITION OF PALM OIL AND PALM KERNEL OIL OF FRESH FRUIT BUNCHES WITH VARIATION MATURITY AS A BASIC FOR DETERMINING HARVEST MATURITY STANDARD

Hasrul Abdi Hasibuan

Abstrak Kematangan tandan buah segar (TBS) sangat memengaruhi rendemen dan kualitas minyak sawit (*crude palm oil*, CPO), kernel dan minyak inti sawit (*palm kernel oil*, PKO). Kriteria matang panen secara konvensional masih digunakan dalam penentuan target produksi. Kriteria tersebut juga digunakan sebagai dasar dalam pengembangan teknologi pemanenan secara mekanisasi dan digitalisasi. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan kriteria matang panen optimum TBS berdasarkan jumlah berondolan dari tandan sebelum dipanen, terkait dengan rendemen, mutu, dan karakteristik kimia pada CPO dan PKO. Sampel yang digunakan adalah TBS berjenis Tenera dengan variasi kematangan meliputi mentah (buah berwarna hitam kemerahan), mengkal (buah berwarna merah namun belum ada berondolan), matang (berondolan 1-3 butir), matang (berondolan 5-10 butir) dan lewat matang (berondolan 20-40 butir). Rendemen CPO, kernel dan PKO semakin meningkat dengan meningkatnya kematangan buah. Semakin matang buah, kadar asam lemak bebas dan bilangan peroksida pada CPO semakin meningkat. Hal yang sama juga pada kadar karoten dan nilai *deterioration of the bleachability index* (DOBI) namun nilai keduanya menurun pada buah lewat matang. Bilangan iodin dan komposisi asam lemak berbeda pada setiap

kematangan buah. Secara umum, pada beberapa varietas Tenera, rata-rata rendemen CPO dan kernel, dan mutu CPO pada buah matang dengan berondolan 1-3 butir relatif sama dengan buah matang dengan berondolan 5-10 butir. Dengan demikian, rendemen dan mutu CPO, kernel dan PKO yang optimal dapat diperoleh dengan melakukan pemanenan TBS pada kriteria matang dengan jumlah berondolan 1-3 butir di piringan.

Kata kunci: tandan buah segar, standar kematangan, rendemen CPO dan kernel, kualitas dan karakteristik minyak

Abstract Fresh fruit bunches (FFB) maturity greatly affects the yield and quality of crude palm oil (CPO), kernel, and palm kernel oil (PKO). Conventional criteria for mature harvest are still used for determining production targets. These criteria are also used as a basis for developing mechanized and digitalized harvesting technologies. This research was conducted to determine the optimum harvest FFB maturity criteria based on the number of loose fruit from bunches before harvesting, related to the yield, quality, and chemical characteristics of CPO and PKO. Samples used were Tenera type FFBs with the variety of maturity including unripe (reddish black fruit), under-ripe (red fruit but no loose fruit), ripe (loose fruit of 1-3 grains), ripe (loose fruit of 5-10 grains), and overripe (loose fruit of 20-40 grains). The yield of CPO, kernel and PKO increased with increasing fruit maturity. The riper fruit, free fatty acid content and peroxide value of CPO increased. It was also the same for carotene content and

Penulis yang tidak disertai dengan catatan kaki instansi adalah peneliti pada Pusat Penelitian Kelapa Sawit

Hasrul Abdi Hasibuan (✉)
Pusat Penelitian Kelapa Sawit
Jl. Brigjen Katamso No. 51 Medan, Indonesia
Email: hasibuan_abdi@yahoo.com

deterioration of the bleachability index (DOBI) but the value of both decreased in overripe fruit. The iodine value and fatty acids composition differed of each fruit maturity. Generally, in some Tenera varieties, the average of yield of CPO and kernel, and quality of CPO in ripe fruits (1-3 grains) were relatively same to ripe fruit (loose fruit 5-10 grains). Thus, the optimal yield and quality of CPO, kernel and PKO can be obtained by harvesting of FFB on the mature criteria with a number of loose fruit 1-3 grains.

Keywords: *fresh fruit bunch, maturity standard, oil extraction rate, kernel extraction rate, quality and characteristics of oil*

PENDAHULUAN

Tandan buah segar (TBS) layak panen adalah tandan yang matang dengan kadar minyak optimum berumur 20-22 minggu setelah anthesis (Arifin, 2010; Prada *et al.*, 2011; Razali *et al.*, 2012). Namun demikian, pemanenan tandan pada skala perkebunan tidak mungkin dilakukan berdasarkan waktu anthesis dikarenakan oleh penentuan, pencatatan dan pengawasannya sulit dilakukan pada setiap individu-individu tanaman kelapa sawit. Umumnya, pemanenan tandan dilakukan berdasarkan perubahan warna dan jumlah berondolan yang terlepas dari tandan. TBS dikategorikan matang apabila warna buah berubah dari hitam menjadi *orange* kemerahan (*Nigrescens*) atau hijau menjadi kuning *orange* (*Virescens*) (Corley and Tinker, 2003). TBS matang juga ditandai dengan minimum 1 berondolan terlepas dari tandan karena pada kondisi tersebut menandai minyak telah optimum tersintesis di dalam buah (Arifin, 2010; Razali *et al.*, 2012).

Standar matang panen TBS pada setiap perusahaan di Indonesia berbeda-beda antara lain ada yang minimum 1, 2, 5 dan 10 berondolan, 2-4 butir berondolan per kg tandan di piringan dan lain-lain. Perbedaan ini menyebabkan rendemen minyak sawit (*crude palm oil*/CPO) dan kernel serta mutunya berbeda-beda. Buah mentah menghasilkan rendemen minyak rendah dan mutu minyak tinggi sedangkan buah matang menghasilkan rendemen minyak tinggi dan mutu minyak relatif rendah dibandingkan buah mentah namun relatif tinggi dibandingkan buah lewat matang. Rendemen minyak pada buah lewat matang sebenarnya tinggi namun pada praktik pemanenannya banyak berondolan saat panen tidak terkutip, sehingga

menyebabkan rendemen minyak menjadi rendah. Umumnya, buah yang terlepas (berondolan) ini adalah buah bagian luar (Hasibuan, 2016). Buah bagian luar merupakan buah yang mengandung minyak lebih tinggi dibandingkan buah bagian tengah dan dalam (Keshvadi *et al.*, 2011; Sujadi *et al.*, 2016).

Sampai saat ini, kriteria matang panen masih terus diperdebatkan oleh pihak kebun dan pihak pabrik kelapa sawit (PKS) karena rendemen dan mutu CPO dan kernel yang dihasilkan tidak sesuai dengan yang diharapkan. Hal ini dikarenakan, pada praktiknya kriteria matang panen sulit diimplementasikan oleh pemanen. Selain itu, modernisasi pemanenan menggunakan alat panen secara mekanisasi menyebabkan kematangan panen bergeser ke arah buah mengkal atau kurang matang agar tidak banyak berondolan yang terlepas dari TBS.

Perkembangan kriteria matang panen telah dikembangkan secara digitalisasi namun demikian pada kasus di Indonesia, kriteria matang panen secara konvensional masih akan terus digunakan terkait dengan sumber daya manusia, budaya, dan kondisi geografis perkebunan kelapa sawit. Oleh karena itu, standar kematangan panen berdasarkan kriteria kematangan buah menjadi penting untuk dioptimalisasi terkait dengan rendemen, mutu dan kualitas minyak sawit, kernel dan minyak inti sawit. Standar ini juga dapat digunakan sebagai dasar dalam pengembangan metode penentuan kematangan panen secara mekanisasi menggunakan alat digital.

Di samping itu, varietas unggul kelapa sawit telah banyak dirilis dengan karakteristik yang berbeda-beda meliputi produktivitas dan rendemen CPO dan kernel yang dihasilkan. Rendemen dari setiap varietas kelapa sawit berbeda-beda karena responnya terhadap kondisi iklim dan lingkungan juga berbeda. Oleh karena itu, dalam satu kebun disarankan menggunakan varietas yang berbeda untuk keberlanjutan produksi TBS, CPO dan kernel (Sujadi *et al.*, 2017b).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menentukan rendemen, mutu dan karakteristik CPO dan minyak inti sawit (*palm kernel oil*, PKO) dari TBS bervariasi kematangan sebagai dasar dalam penetapan standar kematangan panen. Penelitian ini dilakukan dengan dua kegiatan meliputi: 1) penentuan rendemen CPO, kernel dan PKO, mutu (kadar asam lemak bebas, bilangan peroksida, kadar karoten dan nilai *deterioration of bleachability index*



(DOBI)), dan komposisi kimia CPO dan PKO (komposisi asam lemak dan bilangan iodin) pada TBS bervariasi kematangan dari tanaman kelapa sawit D x P simalungun, dan 2) penentuan rata-rata rendemen CPO dan kernel, dan mutu CPO pada TBS bervariasi kematangan dari tujuh jenis tanaman kelapa sawit unggul (Tenera).

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah tandan buah segar (TBS) bervariasi kematangan meliputi mentah, mengkal, matang dan lewat matang dari tanaman kelapa sawit jenis DxP (Tenera) yang dihasilkan oleh Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Bahan kimia yang digunakan adalah n-heksan, alkohol, indikator fenoltalein, natrium hidroksida, natrium tiosulfat dan lain-lain diperoleh dari supplier lokal E. Merck.

Alat

Alat yang digunakan untuk penentuan rendemen CPO dan kernel yaitu kampak, pisau, neraca analitis 4 desimal (Sartorius), seperangkat alat sokletasi kapasitas 5 L, *electromantle* (Thermo Scientific) dan oven (Memert). Alat yang digunakan untuk menentukan karakteristik fisikokimia dan mutu minyak yaitu kromatografi gas (GC-2010, Shimadzu, Jepang) untuk analisa komposisi asam lemak, dan spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu, Jepang) untuk analisa kadar karoten dan nilai *deterioration of bleachability index* (DOBI).

Metode

Kegiatan Pertama: Penentuan Rendemen CPO, kernel dan PKO, Mutu dan Komposisi Kimia CPO dan PKO pada TBS (D x P Simalungun) Bervariasi Kematangan

Sebanyak 8 TBS dari masing-masing kriteria kematangan meliputi TBS mentah (buah berwarna hitam kemerahan), TBS mengkal (buah berwarna merah namun belum ada buah terlepas), TBS matang dengan berondolan 1-3 butir dan 5-10 butir di piringan, dan TBS lewat matang dengan berondolan 20-40 butir di piringan dipanen dari 8 pohon yang berbeda. TBS dipanen dari tanaman varietas DxP Simalungun berumur 6 tahun. Setiap TBS ditentukan komponen tandan, mutu dan karakteristik minyak sawit (*crude palm oil*/CPO) dan minyak inti sawit (*palm kernel oil*/PKO).

Analisa rendemen CPO dan kernel

Komponen tandan yang ditentukan meliputi kadar CPO pada mesokarp kering, rendemen CPO dan kernel serta kadar PKO pada kernel kering dengan cara *spikelet sampling* (3 *spikelet*) menggunakan prosedur Pusat Penelitian Kelapa Sawit (Hasibuan dan Nuryanto, 2015). Cara yang dilakukan adalah menentukan karakter tandan dan buah meliputi rasio buah per tandan (%F/B), rasio mesokarp per buah (%M/F), rasio minyak per mesokarp (%O/M), rasio minyak per tandan (%O/B), rasio kernel per buah (%K/F) dan rasio kernel per tandan (%K/B). Kadar CPO dan kernel per tandan dapat ditentukan sesuai dengan persamaan berikut:

$$\%O/B = \%F/B \times \%M/F \times \%O/M \dots\dots\dots(1)$$

$$\%K/B \text{ (kernel extraction rate, KER)} = \%K/F \times \%F/B \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{Rendemen CPO di Pabrik (oil extraction rate, OER)} = \%O/B \times 0,855 \dots\dots\dots(3)$$

Persiapan CPO dan PKO untuk analisa mutu dan karakteristik kimia

Analisa mutu CPO dan PKO dilakukan dengan mengekstraksi minyak masing-masing dari bagian mesokarp dan kernel buah yang diambil dengan teknik *sampling 3 spikelet*. Buah direbus pada suhu 90-100 °C selama 2 jam. Setelah waktu tercapai mesokarp dipisahkan dari biji dan di-press menggunakan alat *press*. Minyak yang dihasilkan disentrifuse untuk memisahkan antara CPO dan fraksi bukan minyak. Biji dikeringkan, kemudian kernel dipisahkan dari cangkang dan PKO diekstraksi dengan pengepresan. Mutu minyak yang ditentukan adalah kadar asam lemak bebas (ALB) dan bilangan peroksida (PV) pada CPO & PKO, kadar karoten dan nilai *deterioration of bleachability index* (DOBI) pada CPO.

Sementara itu, analisa karakteristik CPO dan PKO dilakukan dengan mengekstraksi minyak, masing-masing dari bagian mesokarp dan kernel buah yang diambil dengan teknik *sampling 3 spikelet*. Buah dipisahkan bagian mesokarp dan biji, kemudian keduanya dikeringkan menggunakan oven pada suhu 105 °C hingga diperoleh berat konstan. Minyak diekstraksi dari setiap bagian dengan alat sokletasi menggunakan pelarut heksana. Minyak yang dihasilkan dikarakterisasi meliputi komposisi asam lemak dan bilangan iodin.

Kegiatan Kedua: Penentuan Rata-Rata Rendemen CPO dan Kernel, dan Mutu CPO pada TBS Bervariasi Kematangan dari Tujuh Varietas Tenera

Sebanyak 3 TBS dari masing-masing kriteria kematangan buah yaitu mengkal (buah berwarna merah namun belum ada berondolan), matang dengan berondolan 1-3 butir dan 5-10 butir di piringan dipanen dari pohon yang berbeda pada 7 varietas Tenera yaitu DxP Langkat, DxP Simalungun, DxP Dumpy, DxP PPKS 540, DxP Yangambi, DxP PPKS 718 dan DxP Avros, masing-masing berumur 14, 14, 14, 8, 8, 8, dan 8 tahun. Dengan demikian, setiap kriteria kematangan, sampel yang dianalisis sebanyak 21 TBS. Selanjutnya setiap TBS ditentukan rendemen CPO & kernel, kadar karoten dan nilai DOBI dengan prosedur pada kegiatan pertama. Data yang disajikan merupakan nilai rata-rata dari seluruh varietas tanaman kelapa sawit unggul.

Analisa kadar ALB

Kadar ALB ditentukan dengan mengadopsi prosedur AOCS Official Methode Ca 5a-40 (2005). Sampel ditimbang dan ditambahkan etanol netral yang telah dipanaskan pada 60 °C dan ditambahkan 3 tetes indikator fenolftalein 1%. Minyak dititrasi menggunakan KOH 0,1 N hingga terbentuk warna merah muda yang stabil selama 30 detik. Kadar ALB dihitung sebagai palmitat untuk CPO dan laurat untuk PKO.

$$\text{Kadar ALB (\%)} = \frac{N \text{ KOH} \times \text{ml KOH} \times \text{BM Asam Lemak}}{\text{Berat Contoh}}$$

Analisa bilangan peroksida

Analisa bilangan peroksida menggunakan prosedur AOCS Official Method Ca 8-53 (2005). Sebanyak 5 gr minyak dimasukkan ke dalam erlenmeyer bertutup 250 mL lalu ditambahkan 30 mL larutan asam asetat glasial: kloroform = 3:2. Ke dalam campuran ditambahkan 0,5 mL larutan KI jenuh, dikocok hingga homogen selama ± 1 menit. Kemudian tambahkan 30 mL akuades dan ditambahkan 1 - 2 mL Indikator amilum 1 %, lalu kocok. Campuran dititrasi menggunakan larutan natrium tiosulfat 0,01 N sampai warna hitam hilang (jernih). Prosedur yang sama dilakukan untuk blanko (tanpa sampel).

$$\text{Bilangan peroksida (meq/kg)} = \frac{(\text{mL titrasi sampel} - \text{mL titrasi blanko}) \times \text{Normalitas natrium tiosulfat} \times 1000}{\text{berat sampel (g)}}$$

Analisa kadar karoten dan nilai deterioration of bleachability index (DOBI)

Kadar karoten dan nilai DOBI ditentukan dengan mengadopsi prosedur MPOB *Test Method* p.2.6. (2004). Sampel ditimbang sebanyak 0,1 gram ke dalam labu takar 25 mL dan ditambahkan n-heksana sampai tanda batas. Absorbansi dari campuran dibaca menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 466 nm dan 269 nm.

$$\text{Kadar karoten (ppm)} = \frac{10 \times A \times 383}{W \times 100}$$

$$\text{DOBI} = \frac{\text{Nilai absorbansi pada 446 nm}}{\text{Nilai absorbansi pada 296 nm}}$$

Analisa komposisi asam lemak

Komposisi asam lemak ditentukan dengan mengadopsi prosedur AOCS *Official Method* Ce 1b-89 (2005). Sampel ditimbang 0,025 gram, ditambahkan 1,5 mL NaOH dalam metanol 0,5 N, diaduk menggunakan *fortex* selama 1 menit, dan dipanaskan dalam penangas air dengan suhu 100 °C selama 5 menit. Campuran didinginkan hingga suhu kamar, ditambahkan 2 mL BF₃, diaduk menggunakan *fortex* selama 1 menit dan dipanaskan kembali pada suhu 100 °C selama 30 menit. Campuran didinginkan hingga suhu 30-40 °C, ditambahkan 1 mL isooktan, diaduk menggunakan *fortex* selama 1 menit. Campuran ditambah 5 mL NaCl jenuh dan diaduk menggunakan *fortex*. Lapisan isooktana dipisahkan dan dipindahkan ke dalam vial lalu diinjeksikan sebanyak 0,1 µL ke dalam kromatografi gas yang dilengkapi dengan kolom DB-23. Kondisi parameter operasi kromatografi gas adalah suhu detektor 260 °C, suhu injektor 260 °C. Temperatur oven awalnya 70 °C, kemudian dinaikkan sebesar 20 °C/menit hingga 180 °C, kemudian naik 1 °C/menit hingga 182 °C, kemudian naik 10 °C/menit hingga 220 °C dan ditahan selama 2 menit.

Bilangan iodin

Bilangan iodin dihitung berdasarkan data komposisi asam lemak yang dikandung sampel sesuai dengan metode AOCS (AOCS method, 2005). Bilangan iodin ditentukan menggunakan persamaan:

$$\text{Bilangan iodin} = (\% \text{ C16:1} \times 0,9976) + (\% \text{ C18:1} \times 0,8986) + (\% \text{ C18:2} \times 1,810) + (\% \text{ C18:3} \times 2,735) + (\% \text{ C20:1} \times 0,8175) + (\% \text{ C22:1} \times 0,7497)$$



HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen CPO & Kernel dan Kadar PKO

Tabel 1 menunjukkan bahwa kadar minyak sawit pada mesokarp kering, kadar minyak inti sawit pada kernel kering dan rendemen CPO semakin meningkat dengan meningkatnya kematangan buah. Hal yang sama juga ditunjukkan pada rendemen kernel namun pada buah lewat matang rendemennya menurun dari buah matang. Secara umum, buah matang dengan berondolan 1-3 butir dan 5-10 butir menghasilkan rendemen CPO dan kernel serta kadar minyak inti sawit pada kernel kering relatif sama. Namun demikian, tinggi rendahnya rendemen CPO dan kernel tergantung pada varietas dan pada kegiatan pertama varietas yang digunakan adalah DxP Simalungun. Teh *et al.* (2013) menambahkan bahwa kadar lemak pada mesokarp juga berbeda dari buah sawit dengan produktivitas yang berbeda.

Peningkatan kadar minyak sawit dan minyak inti sawit disebabkan oleh pada buah terjadi proses sintesis minyak dalam mesokarp dan kernel selama pematangan buah (Sujadi *et al.*, 2017a). Arifin (2010) menyatakan bahwa minyak tersintesis optimum ketika buah terlepas dari tandan minimum 1 berondolan. Peningkatan rendemen CPO dan kernel dikarenakan selama pematangan buah terjadi perbesaran buah, peningkatan ketebalan mesokarp, pembentukan biji dan kernel serta perbesarannya. Selain itu, peningkatan rendemen juga disebabkan oleh terjadinya penurunan kadar air selama pematangan buah.

Mutu CPO dan PKO

Tabel 2 menunjukkan mutu CPO dan PKO pada setiap kematangan buah. Pada CPO, kadar asam lemak bebas semakin meningkat dengan meningkatnya kematangan buah. Pada buah mentah ke mengkal, mengkal ke matang dan matang ke lewat matang, kenaikan asam lemak bebas sebesar 2 kali lipat atau 100%. Kadar asam lemak bebas buah matang dengan 1-3 butir dan 5-10 butir relatif sama masing-masing sebesar $1,7 \pm 0,5\%$ dan $1,9 \pm 0,5\%$.

Arifin (2010) menyatakan bahwa selama sintesis minyak, senyawa karoten juga ikut disintesis namun seiring meningkatnya waktu anthesis senyawa ini terdegradasi. Saat sintesis minyak pada 14-15 minggu setelah anthesis, klorofil terdegradasi dan karoten terbentuk. Peningkatan kadar karoten ditandai dengan perubahan warna buah menjadi kemerahan (Tranbarger *et al.*, 2011; Arifin, 2010; Razali *et al.*, 2012). Kadar karoten tertinggi dimiliki oleh buah matang yang telah terlepas 5-10 berondolan di piringan sebesar $506,1 \pm 142,8$ ppm sedangkan pada buah 1-3 butir sebesar $415,3 \pm 202$ ppm. Dari data ini juga menunjukkan bahwa kadar karoten pada buah 1-3 butir memiliki nilai maksimum sebesar 617 ppm dan nilai ini relatif sama dengan buah dengan 5-10 butir yaitu sebesar 649 ppm.

Kadar karoten semakin meningkat dengan meningkatnya kematangan buah namun menurun dari buah matang ke lewat matang dikarenakan karoten sudah mulai terdegradasi. Degradasi karoten dapat

Tabel 1. Rendemen CPO, Kernel dan PKO pada tandan buah segar bervariasi kematangan

Table 1. Oil extraction rate, kernel extraction rate and yield of PKO on fresh fruit bunches various maturity

Parameter	Mentah	Mengkal	Matang (Berondolan 1-3 butir)	Matang (Berondolan 5-10 butir)	Lewat Matang (Berondolan 20-40 butir)
Kadar minyak sawit pada mesokarp kering (%)	$80,9 \pm 7,2$	$81,5 \pm 3,9$	$82,8 \pm 2,6$	$83,6 \pm 2,8$	$84,9 \pm 3,1$
Kadar minyak inti sawit pada kernel kering (%)	$41,1 \pm 6,7$	$50,2 \pm 5,0$	$50,4 \pm 3,8$	$50,3 \pm 3,6$	$50,9 \pm 3,4$
Rendemen CPO (%)	$22,5 \pm 2,5$	$23,5 \pm 3,2$	$24,1 \pm 2,5$	$24,3 \pm 2,4$	$24,5 \pm 3,4$
Rendemen kernel (%)	$2,1 \pm 2,2$	$2,7 \pm 1,3$	$2,9 \pm 1,4$	$3,1 \pm 1,5$	$2,8 \pm 0,8$

Keterangan: varietas kelapa sawit: DxP Simalungun

Note: variety of oil palm: DxP Simalungun

Tabel 2. Mutu CPO dan PKO pada tandan buah segar bervariasi kematangan
Table 2. Quality of CPO and PKO on fresh fruit bunches various maturity

Parameter	Mentah	Mengkal	Matang (berondolan 1-3 butir)	Matang (berondolan 5-10 butir)	L. Matang (berondolan 20-40 butir)
Mutu CPO					
Kadar asam lemak bebas (%)	0,4 ± 0,3	0,8 ± 0,1	1,7 ± 0,5	1,9 ± 0,5	3,2 ± 0,9
Kadar karoten (ppm)	305,0 ± 86,6	361,7 ± 74,9	415,3 ± 202,0	506,1 ± 142,8	360,0 ± 59,2
Nilai DOBI	2,4 ± 0,3	3,4 ± 0,5	3,5 ± 0,7	3,7 ± 0,5	3,2 ± 0,8
Bilangan peroksida (meq/kg)	0,7 ± 0,3	0,8 ± 0,1	0,8 ± 0,3	2,6 ± 1,0	5,9 ± 3,8
Mutu PKO					
Kadar asam lemak bebas (%)	0,2 ± 0,1	0,3 ± 0,7	0,3 ± 0,2	0,3 ± 0,1	0,3 ± 0,4
Bilangan peroksida (meq/kg)	0,5 ± 0,2	0,9 ± 0,7	1,0 ± 0,5	1,1 ± 0,5	1,2 ± 0,4

Keterangan: varietas kelapa sawit: DxP Simalungun

Note: variety of oil palm: DxP Simalungun

terjadi karena adanya oksigen, senyawa karoten dapat berubah menjadi senyawa lutein, zeaxantin, dan α -zeakaroten (Kusumaningtyas and Limantara, 2009). Selain itu, senyawa karoten sangat mudah terdegradasi oleh panas, cahaya dan asam (Fauzi and Sarmidi, 2010). Fatin *et al.*, (2014) juga melaporkan bahwa TBS yang semakin lama disimpan cenderung menurunkan kadar karoten yang disebabkan karoten terdegradasi karena buah sudah mulai rusak, waktu penyimpanan yang lama dan proses pengeringan.

Sama halnya dengan kadar karoten, nilai DOBI juga meningkat dengan meningkatnya kematangan buah, namun menurun pada buah lewat matang. Pola nilai DOBI menyerupai kadar karoten karena keduanya memiliki hubungan yang kuat (Hasibuan *et al.*, 2015). Nilai DOBI tertinggi dimiliki oleh buah matang dengan berondolan 1-3 butir dan 5-10 butir yang nilainya relatif sama masing-masing sebesar 3,5±0,7 dan 3,7±0,5.

Bilangan peroksida semakin meningkat dengan meningkatnya kematangan buah. Buah mentah hingga buah matang dengan 1-3 butir berondolan memiliki bilangan peroksida yang rendah dan relatif sama dengan nilai rerata sebesar 0,7-0,8 mgeq/kg. Peningkatan

bilangan peroksida cukup drastis terjadi pada buah dengan berondolan 1-3 butir ke 5-10 butir yaitu dari 0,8±0,3 menjadi 2,6±1,0 mgeq/kg. Semakin banyaknya berondolan yang terjatuh dari tandan menyebabkan bilangan peroksida semakin meningkat. Buah dengan 5-10 berondolan ke 20-40 berondolan terjadi peningkatan bilangan peroksida sebesar 2 kali lipat atau 100% (dari 2,6±1,0 menjadi 5,9±3,8 mgeq/kg).

Pada PKO, kadar asam lemak bebas cenderung tidak mengalami peningkatan selama kematangan buah dengan nilai rerata 0,2-0,3 %. Bilangan peroksida PKO meningkat dengan meningkatnya kematangan buah namun peningkatan dari buah mentah ke mengkal sebesar 2 kali lipat atau 100% dan dari buah mengkal ke lewat matang meningkat namun relatif tidak berbeda dengan nilai rerata 0,9-1,2 mgeq/kg.

Karakteristik CPO dan PKO

Tabel 3 menunjukkan karakteristik CPO dan PKO selama pematangan buah. CPO pada buah mentah memiliki bilangan iodin yang tinggi sebesar 55,2±1,9 kemudian menurun pada buah mengkal dan naik kembali dari matang hingga lewat matang. Perubahan



Tabel 3. Bilangan iodin dan komposisi asam lemak CPO dan PKO pada tandan buah segar bervariasi kematangan
Table 3. Iodine value and fatty acids composition of CPO and PKO on fresh fruit bunches various maturity

Parameter	Mentah	Mengkal	Matang (berondolan 1-3 butir)	Matang (berondolan 5-10 butir)	L. Matang (berondolan 20-40 butir)
CPO					
Bilangan iodin	55,2 ± 1,9	53,6 ± 2,7	54,4 ± 1,2	54,8 ± 2,1	55,6 ± 2,3
Komposisi asam lemak (%)					
C12:0	ND	ND	ND	ND	0,1 ± 0,1
C14:0	0,7 ± 0,2	0,9 ± 0,2	1,1 ± 0,3	0,8 ± 0,3	1,0 ± 0,3
C16:0	42,6 ± 2,6	44,4 ± 2,4	42,4 ± 4,3	42,2 ± 2,8	43,4 ± 2,3
C16:1	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,0
C18:0	4,3 ± 0,6	4,3 ± 0,5	4,1 ± 0,6	4,7 ± 0,8	4,4 ± 0,6
C18:1	39,9 ± 3,2	38,1 ± 1,5	38,1 ± 3,0	40,2 ± 3,2	36,9 ± 2,3
C18:2	11,5 ± 0,8	11,4 ± 1,1	12,0 ± 1,9	11,1 ± 1,3	13,2 ± 1,3
C18:3	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,1	0,3 ± 0,0
C20:0	0,4 ± 0,1	0,3 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,4 ± 0,0
C20:1	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
PKO					
Bilangan iodin	20,2 ± 1,2	20,7 ± 1,6	21,1 ± 2,0	22,3 ± 1,6	22,2 ± 3,0
Komposisi asam lemak (%)					
C6:0	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,1
C8:0	3,1 ± 0,3	2,9 ± 0,4	2,8 ± 0,4	2,5 ± 0,2	2,7 ± 0,5
C10:0	2,9 ± 0,2	2,9 ± 0,3	2,7 ± 0,3	2,5 ± 0,2	2,6 ± 0,3
C12:0	46,2 ± 1,3	46,2 ± 2,3	44,4 ± 1,6	43,2 ± 2,2	43,8 ± 2,7
C14:0	16,2 ± 0,5	16,0 ± 0,5	16,3 ± 0,4	16,4 ± 0,4	16,3 ± 0,8
C16:0	8,7 ± 0,4	8,6 ± 0,6	9,4 ± 0,3	9,7 ± 0,6	9,5 ± 0,7
C18:0	2,1 ± 0,3	2,1 ± 0,3	2,5 ± 0,2	2,3 ± 0,2	2,2 ± 0,2
C18:1	17,6 ± 1,2	18,0 ± 1,7	18,6 ± 1,8	20,2 ± 1,9	19,2 ± 2,5
C18:2	2,8 ± 0,1	2,9 ± 0,5	2,8 ± 0,3	3,1 ± 0,7	3,1 ± 0,5
C18:3	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
C20:0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0

Keterangan: varietas kelapa sawit: DxP Simalungun
Note: variety of oil palm: DxP Simalungun

bilangan iodin ini disebabkan oleh dalam sintesis minyak terjadi perubahan komposisi asam lemak dari mentah ke lewat matang. Sujadi *et al.* (2017a) juga melaporkan bahwa ada perbedaan komposisi asam lemak dan bilangan iodin dari CPO pada buah dari 0-24 minggu setelah anthesis.

Dari Tabel 3 ditunjukkan bahwa asam lemak yang dikandung pada CPO adalah asam laurat (C12), asam miristat (C14), asam palmitat (C16), asam palmitoleat (C16:1), asam stearat (C18:0), asam oleat (C18:1), asam linoleat (C18:2), dan asam linolenat (C18:3). Nilai kadar setiap asam lemak tersebut tidak berbeda signifikan pada taraf 5% uji lanjut Duncan terhadap perbedaan kematangan buah. Komponen utama

asam lemak CPO adalah asam palmitat, asam oleat, asam linoleat dan asam stearat dengan nilai rata-rata dari buah mentah hingga lewat matang masing-masing sebesar 42-49, 36,9-40,3, 11,1-13,2 dan 4,1-4,7%. Pada buah lewat matang kadar asam linoleat lebih tinggi sedangkan asam oleat lebih rendah dibandingkan pada buah matang.

Pada PKO, bilangan iodin cenderung meningkat dengan meningkatnya kematangan buah dengan rerata dari buah mentah hingga matang sebesar 20,2-22,3. Perubahan bilangan iodin ini juga disebabkan oleh perubahan komposisi asam lemak yang dikandung oleh PKO selama pematangan buah. Tabel 3 menunjukkan asam lemak yang dikandung pada

PKO adalah asam oktanoat (C8:0), asam dekanat (C10:0), asam laurat (C12:0), asam miristat (C14:0), asam stearat (C16:0), asam stearat (C18:0), asam oleat (C18:1), asam linoleat (C18:2) dan asam linolenat (C18:3). Nilai dari kadar setiap asam lemak tidak berbeda signifikan pada taraf 5% uji lanjut Duncan terhadap perbedaan kematangan buah. Komponen utama asam lemak pada PKO adalah asam laurat, asam miristat, asam palmitat dan asam oleat. Asam laurat semakin menurun dengan meningkatnya kematangan buah dari rerata 46,2% menjadi 43,2%. Sementara itu, asam miristat relatif sama sedangkan asam stearat dan asam oleat cenderung meningkat dari buah mengkal ke buah matang namun menurun pada buah lewat matang.

Rata-rata Rendemen CPO dan Kernel, dan Mutu CPO pada Tujuh Varietas Tanaman Kelapa Sawit

Tabel 4 menunjukkan nilai rata-rata rendemen CPO dan kernel, dan mutu CPO dari 7 varietas tanaman kelapa sawit unggul. Data disajikan dalam nilai rata-rata yang digunakan sebagai dasar dalam penetapan standar kematangan panen secara umum dari TBS dari seluruh varietas dan umur tanaman kelapa sawit berjenis Tenera. Dari Tabel 4 juga menunjukkan bahwa semakin matang buah menghasilkan rendemen CPO & kernel, nilai DOBI dan kadar karoten semakin tinggi sama halnya seperti pada Tabel 1 dan 2. Buah matang dengan jumlah berondolan 1-3 butir di piringan pada beberapa varietas memberikan rendemen CPO & kernel dan mutu yang relatif sama dengan buah matang dengan jumlah berondolan 5-10 butir di piringan.

Tabel 4. Rendemen CPO dan kernel, dan mutu CPO pada beberapa varietas dan umur tanaman

Table 4. Average of oil extraction rate and kernel extraction rate, and quality of CPO on fresh fruit bunches various variety and age of plants

Parameter Tandan	Buah Mengkal	Buah Matang Berondolan 1-3 butir	Buah Matang Berondolan 5-10 butir
Rendemen CPO (%)	22,2 ± 4,1	24,0 ± 3,2	24,3 ± 2,5
Rendemen Inti (%)	5,0 ± 2,3	5,0 ± 3,2	5,3 ± 2,1
DOBI	1,8 ± 0,4	3,2 ± 0,5	3,3 ± 0,5
Karoten (ppm)	365,9 ± 277,0	426,4 ± 255,2	478,0 ± 301,5

Keterangan: varietas kelapa sawit: DxP Langkat, DxP Simalungun, DxP Dumpy, DxP PPKS 540, DxP Yangambi, DxP PPKS 718 dan DxP Avros

Note: variety of oil palm: DxP Langkat, DxP Simalungun, DxP Dumpy, DxP PPKS 540, DxP Yangambi, DxP PPKS 718 dan DxP Avros

KESIMPULAN DAN SARAN

Buah matang dengan berondolan 1-3 butir di piringan merupakan fraksi kematangan buah yang menghasilkan rendemen CPO, kernel & PKO optimum serta kualitas CPO dan PKO tinggi. Pada fraksi ini menghasilkan karakteristik mutu dan rendemen relatif sama dengan buah matang dengan 5-10 butir berondolan. Dengan demikian, rendemen dan mutu CPO & PKO yang optimal dapat diperoleh apabila buah yang dipanen adalah buah matang dengan berondolan di piringan 1-3 butir.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Aga Prima Hardika, Warnoto, Magindrin, Alida Lubis, Ijah dan Wawan Hendrawan atas bantuannya sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, A.A. 2010. Ripeness Standards and Palm Fruit Maturity Affecting Oil Extraction Rates (OER). Oral Presentation in International Conference Exhibition of Palm Oil (ICEPO). Jakarta Convention Center. Juni 2010.
- [AOCS] American Oil Chemist's Society. 2005. Official Methods and Recommended Practices of the AOCS. Ed ke-5. Champaign. Illinois (US): AOCS.



- Corley, R.H.V. and P.B. tinker. 2003. Growth, Flowering and Yield. The Oil Palm. Fourth Edition. Blackwell science Ltd. 89-131.
- Fatin, S.A., S. Rosnah, and R. Yunus. 2014. Effect of Chopping Oil Palm Fruit Spikelets on the Free Fatty Acid Content Release Rate and its Mechanical Properties. International Journal of Research in Engineering and Technology. 3(1): 511-516. eISSN: 2319-1163.
- Fauzi, N.A. and M.R. Sarmidi. 2010. Extraction of Heat Treated Palm Oil and their Stability on Beta-Carotene During Storage. Journal of Science and Technology. 45-54.
- Hasibuan, H.A. dan E. Nuryanto. 2015. Pedoman Penentuan Potensi Rendemen CPO dan Kernel Buah Sawit di Kebun dan PKS. Buku Seri Populer 16. Penerbit Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan.
- Hasibuan, H.A., Warnoto, A. Lubis, Magindrin, Ijah, dan S. Silalahi. 2015. Asam Lemak Bebas, Karoten, DOBI dan Korelasinya pada *Crude Palm Oil* (CPO). Prosiding Pertemuan Teknis Kelapa Sawit 2015. Yogyakarta 19-21 Mei 2015. ISBN 978-602-7539-24-2.
- Hasibuan, H.A. 2016. Pengaruh Penundaan Waktu Pengolahan Buah Sawit Terhadap Berat, Rendemen *Crude Palm Oil* (CPO) & Kernel Serta Mutu CPO. Warta Pusat Penelitian Kelapa Sawit. 20 (1): 27-36.
- Keshvadi, A., J.B. Endan, H. Harun, D. Ahmad, dan F. Saleena. 2011. Palm Oil Quality Monitoring In The Ripening Process Of Fresh Fruit Bunches. International Journal of Advanced Engineering Sciences and Technologies 4 (1): 026 – 052.
- Kusumaningtyas, R.S. and L. Limantara. 2009. The Isomerization and Oxidation of Carotenoid Compounds in the Oil Palm Fruit During Productions of CPO. Indonesia Journal Chemistry. 9(1): 48-53.
- [MPOB] Malaysian Palm Oil Board. 2004. MPOB Test Method: A Compendium of Test on Palm Oil Products, Palm Kernel Products, fatty Acids, Food Related Products and Others.
- Prada, F., I.M.A. Diaz, W. Delgado, R.R. Romero, and H.M. Romero. 2011. Effect of Fruit Ripening on Content and Chemical Composition of Oil From Three Oil Palm Cultivars (*Elaeis guineensis* Jacq.) Grown in Colombia. J. Agric. Food Chem. 59: 10136-101442.
- Razali, M.H., A. Somad, M.A Halim, and S. Roslan. 2012. A review on Crop Plant production and Ripness Forecasting. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. IJACS/2012/4-2/54-63.
- Sujadi, M. Rivani, H.A. Hasibuan, T. Herawan, dan A.R. Purba. 2016. Kadar dan Komposisi Kimia Minyak pada Bagian-Bagian Buah Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) dari Delapan Varietas PPKS. Jurnal Penelitian Kelapa Sawit. 24(2): 67-76.
- Sujadi, H.A. Hasibuan dan M. Rivani. 2017a. Karakterisasi Minyak Selama Pematangan Buah pada Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Varietas D x P Simalungun. Jurnal Penelitian Kelapa Sawit. 25(2): 59 – 70.
- Sujadi, H.A. Hasibuan, dan M.I. Lubis. 2017b. Performa Tanaman Muda D x P PPKS dalam menghasilkan Rendemen CPO dan Kernel pada Satu Areal Lahan. Presentasi Poster pada Pertemuan Teknis Kelapa Sawit 2017 yang Diadakan oleh Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Solo.
- Teh, H.F., B.K. Neoh, M.P.L. Hong, J.Y.S. Low, T.L.M. Ng, N. Ithin, Y.M. Thang, M. Mohamed, F.T. Chew, H.M. Yusof, H. Kulaveerasingam, and D.R. Appleton. 2013. Journal Plose One. 8 (4) : 1 - 1 0 . D O I : 10.1371/journal.pone.0061344t001.
- Tranbarger, T.L., S. Dussert, T. Joet, X. Argout, M. Summo, A. Champion, D. Cros, A. Omere, B. Nouy, and F. Morcillo. 2011. Regulatory Mechanisms Underlying Oil Palm Fruit Mesocarp Maturation, Ripening, and Functional Specialization in Lipid and Carotenoid Metabolism. Plant Physiology. 156: 564-584.

