

**Pola Perubahan Beberapa Sifat Morfologis dan Fisiologis Buah Kelapa Sawit  
(*Elaeis guineensis* Jacq.) selama Perkembangan Sampai Saat Panen**

***The Change of Morphological and Fisiological Traits of Palm Oil (*Elaeis guineensis* Jacq.)  
During Fruit Development on The Bunches***

**Lukman Syaiddy harahap<sup>1\*</sup>, Aslim Rasyad<sup>1</sup>, Isnaini<sup>1</sup>, M Amrul Khoiri**

<sup>1</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Riau

Diterima 5 Januari 2016/Disetujui 18 Agustus 2016

**ABSTRACT**

This study attempted to determine the change of morphological and physiological traits of fruit palm oil during the fruit development until harvest. Forty eight fruit bunches which antheses at the same day were selected at random from oil palm trees in the Experimental Station of PT Panca Surya Garden at Kubang Raya, Kampar. The fruit bunches were hand pollinated at 18 April 2015 and each was covered by pollination bag. Starting at 30 days after pollination (DAP), 3 fruits bunches were harvested at 15 day interval until fruits were ready to harvest. The change of morphological and physiological traits were observed such as fresh weight, dry weight, fruit moisture content, thickness of mesocarp, fruit diameter, fruit volume and fruit color. The data analysis were performed by simple regression assigned day after pollination as independent variable and the traits observed as dependent variables. The results indicated that change in morphological traits such as mesocarp thickness, fruit volume, fruit diameter occurred in similar pattern. Rapid change of the value appeared from 30 to 75 DAP, followed by very slow increased from 75 to 150 DAP and finally the rapid increase from 150 to 180 DAP. The pattern of dry weight and fresh weight change was similar, in which progressive increase was occurred from 30 to 180 DAP then followed by decreased until 187 DAP. Moisture concentration of the fruit increased slightly from 30 to 45 DAP than decreased progressively from 45 to 187 DAP. Fruit color changed from dark purple to red purple and finally at harvest the color change to yellow red.

**Keywords** : palm oil, fruit development, fruit fresh weight, dry matter of mesocarp, bunches, harvest

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan perubahan morfologi dan fisiologi buah kelapa sawit selama perkembangan sampai siap panen. Empat puluh delapan tandan buah yang bungannya mekar pada hari yang sama dipilih secara acak dari pohon kelapa sawit yang ada di kebun percobaan PT Panca Surya Garden yang terletak di kubang raya, Kampar. Tandan bunga diserbuki dengan bunga jantan pada 18 april 2015 kemudian masing-masingnya dibungkus dengan kantong polinasi. Mulai dari 30 hari setelah penyerbukan (HSP) tiga tandan buah dipanen dengan interval waktu 15 hari sampai buah siap panen. Perubahan sifat morfologis dan fisiologis dilakukan dengan mengamati berat basah, berat kering, kadar air pada buah, ketebalan mesokarp, diameter buah, volume buah dan warna buah. Data dianalisis dengan menggunakan analisis regresi sederhana dan analisis korelasi antar parameter yang diamati. Hasil menunjukan perubahan sifat morfologi buah seperti ketebalan mesokarp, volume buah, diameter buah berlangsung dengan pola yang sama. Perubahan yang cepat dari nilai nilai parameter berlangsung mulai 30 HSP sampai 75 HSP, diikuti dengan pertambahan yang sangat lambat mulai 75 sampai 150 HSP dan akhirnya terjadi peningkatan yg cepat lagi dari 150 sampai 180 HSP. Pola perkembangan berat kering dan berat basah berlangsung dengan pola yang hampir sama dimana terjadi peningkatan yang terus menerus mulai 30 sampai 180 HSP, kemudian diikuti dengan penurunan sampai 187 HSP. Kadar air buah meningkat sedikit dari 30 sampai 45 HSP kemudian berkurang mulai 45 sampai 187 HSP. Warna buah berubah dari ungu kehitam hitaman menjadi ungu kemerahan dan akhirnya pada saat panen warnanya berubah menjadi kuning kemerahan.

**Kata kunci** : minyak sawit, pengembangan buah, bobot buah segar, bahan kering mesocarp, tandan, panen

\*Penulis Korespondensi : lukmansyaiddy@gmail.com

## PENDAHULUAN

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan tanaman perkebunan penghasil minyak yang menjadi komponen penting dalam perekonomian rakyat antara lain dalam penyerapan tenaga kerja, dan sebagai sumber devisa negara. Hal ini disebabkan kelapa sawit mampu menghasilkan minyak dengan nilai ekonomi terbesar per hektarnya di dunia (Balai Informasi Pertanian, 1990).

Pengembangan usaha kelapa sawit di Indonesia berlangsung dengan sangat pesat, di mana luas penanaman di Indonesia, semenjak tahun 2006 menempati urutan terluas di antara negara-negara penghasil kelapa sawit. Namun, upaya yang berhubungan dengan aspek morfologi serta fisiologi yang berhubungan dengan perkembangan buah mulai terjadi penyerbukan sampai buah siap dipanen masih belum banyak mendapat perhatian. Padahal, aspek perkembangan buah dan biji sangat penting diketahui untuk berbagai upaya maksimalisasi hasil serta penentuan saat panen yang sesuai untuk tanaman pertanian.

Pada tanaman tahunan seperti kelapa sawit, perkembangan buah merupakan proses biologis yang sangat kompleks dan berbeda dari tanaman pangan berumur setahun. Buah kelapa sawit mempunyai daging buah atau *mesokarp* yang tebal dan di dalamnya kaya akan minyak. Murphy (2009), menyatakan bahwa buah sawit merupakan buah penghasil lemak tertinggi di antara buah penghasil lemak lainnya dimana 80% dari berat keringnya terdiri dari lemak. Selain itu dalam buah ini terdapat pula berbagai senyawa kimia nutrisi seperti carotin dan provitamin A (Solomon dan Orozco, 2003).

Lamanya masa perkembangan buah kelapa sawit sampai mencapai masak panen memerlukan waktu sekitar 140 sampai 160 hari tergantung kepada varietas dan lingkungan tanamannya (Aziz, 1990; Flingoh dan Zukarinah, 1989). Pemasakan buah dicirikan dengan terjadinya perubahan warna dari buah muda yang warnanya ungu kehitam-hitaman menjadi oranye kemerahan setelah buahnya matang panen (Razali *et al.*, 2012). Waktu matang buah pada tandan buah tidak sama, dimana yang matang lebih dahulu adalah bagian ujung (*apical*), diikuti oleh bagian tengah tandan

(*equatorial*), dan berakhir di bagian bawah (*basal*) (Kaida dan Zulkifli, 1992). Kematangan buah terjadi saat terjadinya akumulasi maksimum bahan kimia di buah, di mana lemak sebagai penyusun utama pada buah dan biji dapat mencapai 45% berdasarkan berat basah (Razali *et al.*, 2012). Sintesis lemak akan terhenti setelah buah masuk fase lewat masak dan sebahagian buah mulai tanggal dari tandan buah (Aziz, 1990).

Pada berbagai tanaman pangan, aspek perkembangan biji sangat intensif dilakukan dan hasilnya digunakan untuk rekomendasi dan penentuan saat panen. Pada kelapa sawit, hal yang sama juga terjadi sawit dimana perkembangan biji sangat di tentukan oleh supply asimilat dan ukuran buah akan menjadi lebih besar jika asimilat tidak terbatas (Legos *et al.*, 2009). Panen yang tepat adalah pada saat tercapainya masak fisiologis yang ditandai dengan tercapainya berat kering buah maksimum. Sementara itu, penanda yang populer digunakan untuk saat panen buah kelapa sawit adalah warna kulit buah yang berubah menjadi oranye dan adanya buah yang gugur dari tandan buah. Kriteria ini mudah untuk dilakukan di lapangan, akan tetapi buah yang dipanen cepat menurun mutunya setelah dipanen dan harga jualnya menurun seiring dengan bertambah lambatnya waktu buah sampai di pabrik. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pola perubahan sifat morfologi dan fisiologi buah kelapa sawit selama perkembangan buah sampai siap panen.

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan PT Panca Surya Garden yang berlokasi di Kubang Raya, Kecamatan Siak Hulu Kabupaten Kampar. Lahan kebun percobaan ini terletak pada ketinggian sekitar 7 m dari permukaan laut. Kondisi lingkungan pada saat penelitian adalah musim kering dengan curah hujan rata-rata bulanan kurang dari 100 mm.

Sebanyak 48 pohon kelapa sawit varietas Tenera yang mempunyai bunga betina siap diserbuki dipilih secara acak dari pohon yang berumur 6 tahun kemudian dibungkus dengan kantong polinasi. Tanaman sampel diberi tanda dengan kertas vanilla berwarna kuning yang diikatkan di pelepah daun tempat beradanya

tandan. Tanaman kelapa sawit ini berasal dari persilangan antara Dura x Pesifera asal PPKS. Pollen yang digunakan untuk penyerbukan dikoleksi dari tanaman yang terletak di kebun yang sama. Penyerbukan buatan dilakukan pada hari yang sama untuk menjamin awal perkembangan buah berlangsung pada waktu yang sama.

Pengamatan dilakukan setiap 15 hari mulai 30 hari setelah penyerbukan (HSP) sampai tandan berumur 187 HSP. Setiap kali panen diambil tiga tandan buah yang berasal dari tanaman sampel yang berbeda dan diamati sifat morfologis seperti volume buah, tebal mesocarp, diameter buah dan perubahan warna buah. Selain itu diamati pula beberapa sifat fisiologis seperti berat basah, berat kering dan kadar air buah. Data dianalisis dengan cara regresi sederhana dan dibuat grafik perkembangannya. Selain itu juga dilakukan analisis korelasi untuk melihat adanya hubungan antara masing-masing variable.

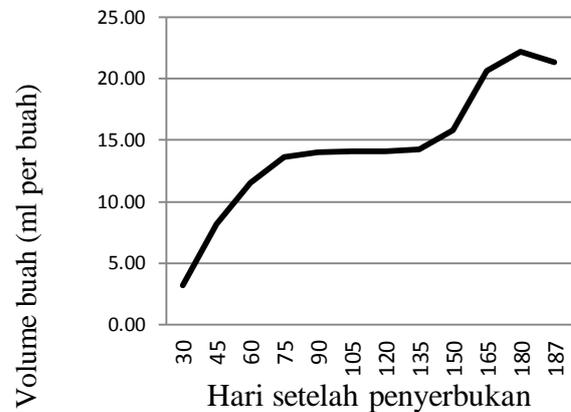
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Volume Buah

Hasil pengamatan volume buah kelapa sawit setelah diuji menggunakan regresi terlihat bahwa volume buah bertambah secara gradual dengan tiga fase perkembangan. Hasil analisis regresi menunjukkan persamaan  $\hat{y} = 3,23 + 0,091 X$  yang berarti volume buah bertambah secara linear sebanyak 0,091 ml per hari per buah mulai 30 sampai 187 HSP. Berdasarkan persamaan regresi yang diperoleh untuk volume buah segar terlihat penyimpangan volume buah dengan kisaran antara -3,277 ml sampai 4,284 ml per buah.

Hasil pengamatan volume buah segar yang dipanen setiap 15 hari dapat dilihat pada Gambar 1. Pola perkembangan volume buah bertambah dengan sangat cepat mulai 30 HSP sampai 75 HSP, selanjutnya penambahan volume buah relatif konstan sampai berumur 90 HSP. Buah yang dipanen mulai 105 HSP bertambah volumenya dengan cepat dan mencapai volume maksimum saat buah dipanen 180 HSP. Setelah tercapai volume maksimum, volume cenderung berkurang di mana pada 187 HSP nilainya adalah 21,33 ml per buah. Peningkatan volume buah yang terjadi disebabkan ukuran dan luas penampang buah mengalami perubahan setiap pengamatan sehingga

akan meningkatkan volume buah.



Gambar 1. Pola perubahan volume buah segar yang diamati setiap 15 hari mulai 30 HSP sampai lewat kriteria panen

Sukamto (2008) menyatakan bahwa penambahan berat dan ukuran buah akan mempengaruhi berat kering dan volume suatu buah. Hal ini disebabkan semakin bertambahnya berat dan ukuran buah akan meningkatkan susunan dan struktur pada buah kelapa sawit sehingga volume buah akan bertambah.

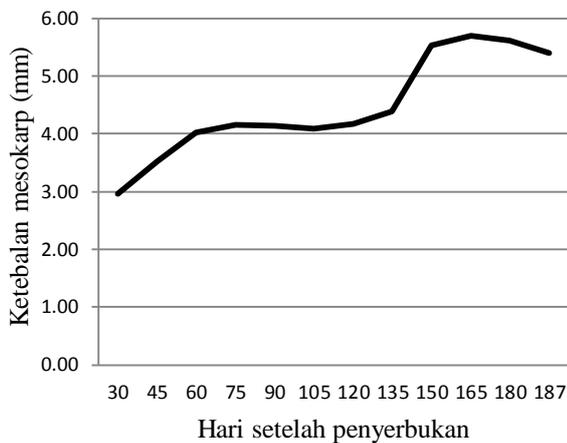
### Ketebalan Mesokarp

Ketebalan mesokarp kelapa sawit yang diamati setiap 15 hari bertambah dengan laju yang berbeda selama perkembangannya. Analisis regresi yang dilakukan menunjukkan bahwa persamaan regressinya adalah,  $\hat{y} = 2,87 + 0,015 X$  yang berarti ketebalan mesokarp bertambah secara linear sebanyak 0,15 mm per hari per buah mulai 30 sampai 187 HSP. Berdasarkan persamaan regresi yang diperoleh untuk ketebalan mesokarp buah terlihat penyimpangan dengan kisaran antara -0,141 mm sampai 0,472 mm per buah.

Pola perkembangan ketebalan mesocarp buah yang diamati setiap 15 hari sampai 187 HSP dapat disimak pada Gambar 2. Pola perubahan ketebalan mesokarp mengikuti pola perubahan volume buah sesuai dengan waktu setelah penyerbukan.

Pola perkembangan tebal mesokarp buah pada Gambar 2 menunjukkan adanya peningkatan yang pesat dari 30 sampai 60 HSP dari 3 mm menjadi lebih dari 4,00 mm. Pertambahan tebal

mesokarp mulai 60 HSP berlangsung dengan lambat sampai 135 HSP, sementara setelah 135 HSP ketebalan mesokarp kembali meningkat dengan cepat sampai 160 HSP yaitu dari 4,25 menjadi lebih dari 5,50 mm. Selanjutnya ketebalan mesokarp kembali konstan dan malah menurun pada saat 165 HSP sampai buah umur 187 HSP. Tebal dan tipisnya mesokarp pada buah sawit sangat dipengaruhi dari sifat genetik dan umur tanaman (Risza, 1995). Tebal mesokarp dari penelitian ini sedikit lebih tipis dari laporan PTPN V, yang diduga karena umur tanaman yang diteliti ini masih berumur kurang dari 8 tahun.



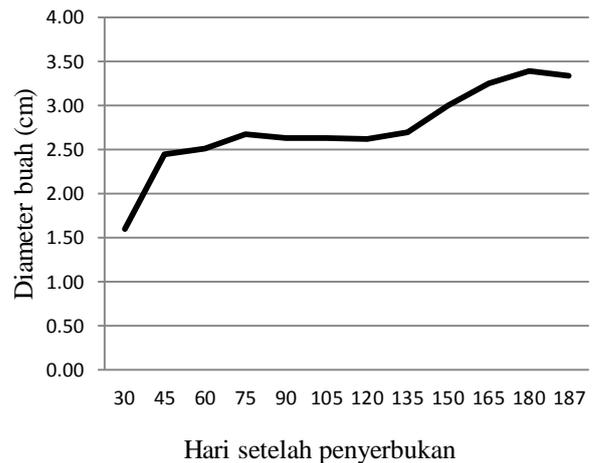
Gambar 2. Pola perubahan ketebalan mesocarp buah yang diamati setiap 15 hari mulai 30 HSP sampai lewat kriteria panen.

### Diameter Buah (cm)

Hasil pengamatan diameter buah kelapa sawit setelah diuji dengan regresi linear menunjukkan persamaan regresi;  $\hat{y} = 1,84 + 0,007 X$  yang memberikan indikasi bahwa diameter buah mengalami peningkatan 0,007 cm setiap hari. Hasil pengamatan diameter buah segar yang dipanen setiap 15 hari dapat dilihat pada Gambar 3.

Pola perubahan diameter buah ini mengikuti pola perubahan volume buah pada Gambar 1. Pertambahan diameter buah kelapa sawit meningkat dengan cepat dari 30 HSP yaitu sebesar 1,6 cm menjadi sekitar 2,5 cm pada buah 45 HSP. Selanjutnya pertambahan bobot buah segar berlangsung dengan kecepatan yang lebih lambat dan hampir terlihat konstan sampai umur buah 135

HSP. Peningkatan diameter buah yang agak cepat kembali terjadi pada buah 150 sampai 180 HSP dengan nilai maksimum 3,40 cm dan kemudian menurun setelah 180 HSP menjadi 3,02 cm.



Gambar 3. Perubahan diameter buah kelapa sawit selama perkembangan sampai saat panen

### Perubahan Warna Kulit Buah

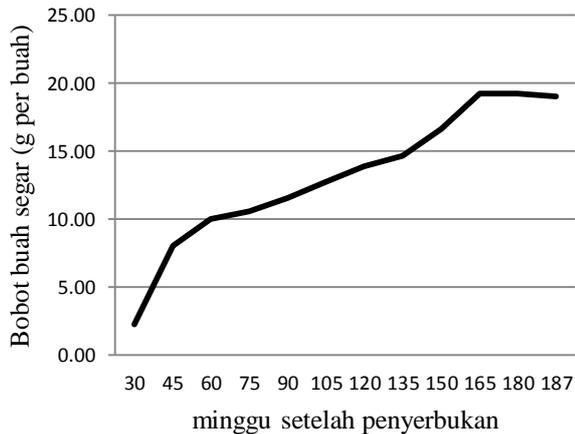
Hasil pengamatan menunjukkan tidak adanya perubahan warna yang terjadi pada saat buah 30 HSP sampai 60 HSP dengan warna buah ungu kehitaman. Warna kulit buah pada saat 75 HSP sampai 120 HSP berubah dari ungu kehitaman menjadi warna ungu kemerahan. Mulai 135 HSP sampai 165 HSP buah mengalami perubahan warna menjadi kuning kemerahan, dan selanjutnya buah 180 HSP sampai 187 HSP memiliki warna buah oranye kemerahan.

Sepanjang proses pematangan buah ini terjadi pula pembentukan carotene dengan sangat aktif. Kandungan carotene membuat mesocarp berwarna oranye menjadi kemerahan. Sesuai dengan kematangan buah, perubahan warna dari ungu kehitaman menjadi merah oranye disebabkan terbentuknya senyawa anthocyanin.

### Bobot buah segar (gram)

Hasil analisis regresi terhadap pengamatan bobot buah segar kelapa sawit menghasilkan persamaan regresi liner,  $\hat{y} = 3,19 + 0,089 X$  yang berarti bahwa bobot buah segar mengalami

peningkatan 0,089 g (89 mg) setiap hari per buah. Hasil pengamatan bobot buah segar yang dipanen setiap 15 hari dapat dilihat pada Gambar 4.



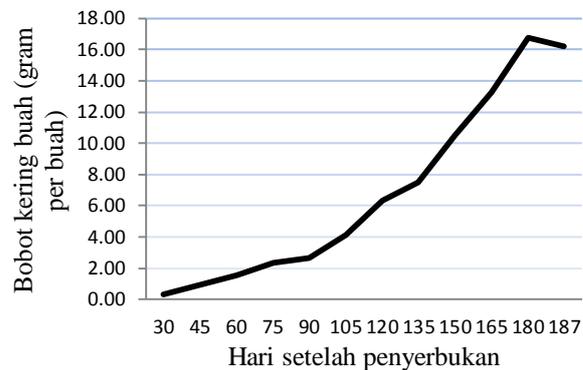
Gambar 4. Pola perkembangan bobot buah segar mulai 30 HSP sampai lewat kriteria panen

Bobot basah buah kelapa sawit meningkat dengan cepat dari 30 HSP sampai 60 HSP yaitu kurang dari 2,5 g menjadi 10 g per buah. Selanjutnya pertambahan bobot buah segar berlangsung dengan kecepatan yang lebih lambat sampai umur buah 135 HSP. Peningkatan yang cepat kembali terjadi pada buah 150 sampai 180 HSP dengan berat segar maksimum sekitar 19,45 g per buah yang kemudian terjadi penurunan setelah 180 HSP sampai menjadi 19,03 g per buah segar pada saat 187 HSP.

Peningkatan bobot buah segar diawal perkembangan disebabkan metabolisme bahan-bahan kimia dan translokasi molekul air berlangsung dengan cepat karena pembentukan bagian buah mulai tersusun sempurna. Pada periode ini ruang bakal biji masih dipenuhi oleh air sementara mesokarp yang ada juga masih lebih didominasi oleh molekul air. Tranbarger *et al.* (2011) menyatakan bahwa endosperm terbentuk secara aktif pada periode 70 hari setelah penyerbukan (HSP) dan pembentukan minyak mulai pada saat 120 HSP sehingga menyebabkan bobot segar buah bertambah.

**Berat Kering (gram)**

Pengamatan berat kering kelapa sawit yang dianalisis dengan regresi linear diperoleh hasil persamaan sebagai berikut;  $\hat{y} = -4,84 + 0,095 X$  yang berarti bahwa berat kering buah bertambah secara linear sebanyak 0,095 g atau setara dengan 95 mg per hari per buah mulai 30 sampai 187 HSP. Hasil pengamatan bobot kering buah yang dipanen setiap 15 hari dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pola perubahan bobot kering buah segar mulai 30 HSP sampai panen

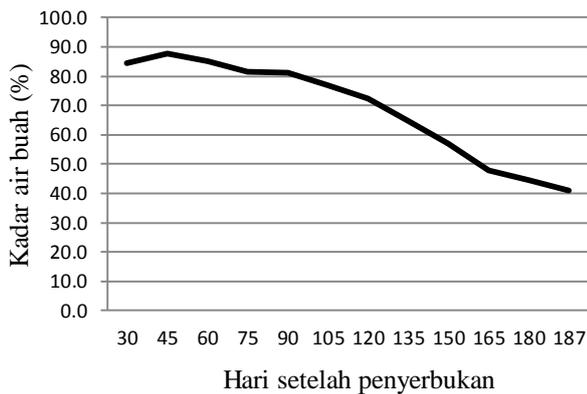
Pola perubahan berat kering buah bertambah dengan lambat mulai 30 HSP sampai 90 HSP, selanjutnya berat kering buah bertambah dengan cepat dan signifikan sampai berumur 180 HSP. Buah yang dipanen mulai 105 HSP bertambah berat keringnya mencapai berat maksimum saat buah dipanen 180 HSP. Hal ini disebabkan berat kering buah memiliki hubungan dengan bobot buah segar, semakin berat bobot buah segar maka akan semakin tinggi berat keringnya.

Menurut Jumidi (2008) berat dan ukuran buah akan bertambah dengan semakin meningkatnya umur tanaman kelapa sawit. Bertambahnya berat dan ukuran buah kelapa sawit akan terlihat ketika tanaman kelapa sawit berumur 8-10 tahun. Hal ini disebabkan pada tanaman kelapa sawit yang berumur < 8 tahun tanaman belum dapat mengoptimalkan hasil fotosintat dan memaksimalkan pengambilan unsur hara dari dalam tanah yang menyebabkan pembentukan buah menjadi menurun (Lubis, 1992). Menurut Pahan (2011), ada beberapa faktor yang mempengaruhi produktifitas buah kelapa sawit itu sendiri yaitu karakteristik tanah, topografi, iklim, unsur hara, cahaya, pemupukan dan sistem drainase.

**Kadar Air Buah**

Hasil pengamatan kadar air buah kelapa sawit setelah diuji menggunakan regresi menunjukkan terjadinya penurunan kadar air buah mulaidari 45 HSP dari 87,6% per buah sampai 41% per buah saat berumur 187 HSP dengan persamaan regresi liner;  $\hat{y} = 111,36 + -0,432 X$  yang berarti bahwa kadar air buah mengalami penurunan 0,432% setiap hari.

Hasil pengamatan kadar air buah yang dipanen setiap 15 hari dapat dilihat pada Gambar 6. Data menunjukkan adanya peningkatan kadar air buah kelapa sawit dari 30 HSP sampai 45 HSP sampai mendekati 90%. Peningkatan kadar air pada awal perkembangan buah disebabkan banyaknya air yang masuk ke dalam buah, terutama untuk mengisi ruang biji yang masih kosong.



Gambar 6. Pola perubahan kadar air buah mulai 30 HSP sampai saat panen

Penurunan kadar air buah terjadi dengan konstan mulai 45 HSP sampai dengan 90 HSP. Selanjutnya penurunan kadar air buah segar berlangsung lebih cepat sampai umur buah 165 HSP. Penurunan kadar air buah kembali lambat pada buah 180 sampai 187 HSP sampai menjadi 41%. Penurunan kadar air setelah mencapai maksimum, terjadi karena mulai 45 HSP translokasi bahan ke buah dan biji mulai berlangsung dengan laju yang cepat. Selain itu sintesis berbagai bahan kimia penyusun bahan kering seperti lemak, karbohidrat dan lainnya pada buah mulai berlangsung dengan laju yang cukup tinggi.

Menurut Evalina (2008), semakin tua umur buah mulai dari pembentukan buah sampai siap panen kadar air buah akan menurun. Hal ini disebabkan pada buah yang tua dan buah yang memiliki ukuran serta luas penampang yang besar akan meningkatkan respirasi sehingga kadar air pada buah akan berkurang.

**Korelasi antar parameter**

Koeffisien korelasi berbagai parameter perkembangan buah kelapa sawit diperlukan untuk mengetahui keeratan hubungan antar karakter pada pengamatan yang dilakukan dan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Korelasi antar parameter pengamatan selama penelitian yang dilakukan di PT. Panca Surya Garden

Parameter	Koefisien Korelasi				
	VB	BK	TM	DB	KA
Berat Basah (BB)	0,99**	0,86**	0,71**	0,94**	-0,76**
Volume Buah (VB)	-	0,87**	0,74**	0,93**	-0,77**
Berat Kering (BK)	-	-	0,76**	0,81**	-0,96**
Tebal Mesocarp (TM)	-	-	-	0,68**	-0,77**
Diameter Buah (DB)	-	-	-	-	-0,70**

Keterangan: \*\* menyatakan bahwa koefisien korelasi  $\neq 0$  pada taraf 0,01

Kadar air berkorelasi negatif terhadap semua parameter pengamatan. Hal ini memberikan indikasi bahwa selama perkembangan buah kelapa sawit terjadinya penurunan kadar air diikuti dengan bertambahnya parameter berat basah, volume buah, berat kering buah, tebal mesocarp dan diameter buah. Jumidi (2008) menyatakan buah kelapa sawit yang memiliki kandungan air yang rendah akan memiliki kandungan minyak yang tinggi dan begitu sebaliknya kadar air yang tinggi akan menurunkan kadar minyak.

### KESIMPULAN

Perubahan morfologi buah selama masa perkembangan terjadi dengan pola yang hampir sama untuk berat segar, volume buah, ketebalan mesocarp dan diameter buah. Pola perkembangan berat kering berbeda dengan pola perubahan parameter lain, di mana pertambahan berlangsung sangat lambat di awal perkembangan buah yang diikuti pertambahan yang cepat mulai 60 HSP sampai mencapai maksimum saat 180 HSP. Kadar air buah bertambah pada awal perkembangan dan mulai menurun mulai 45 HSP sampai buah dipanen. Terdapat korelasi yang positif antara semua parameter, kecuali korelasi negatif dengan kadar air buah

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan penulis menyarankan bahwa pengambilan buah atau pemanenan buah lebih baik dilakukan pada saat buah berumur 180 HSP dimana pada saat itu tercapai titik tertinggi perkembangan buah, karena setelah lewat dari 180 HSP maka buah sudah terlalu matang dan akan mudah memberondol.

### DAFTAR PUSTAKA

- Aziz, A.A. 1990. A simple floatation technique to gauge ripeness and their maximum oil content. Proceeding of the Internasional Palm Oil Development Conference, Kuala Lumpur. 87-91
- Balai Informasi Pertanian. 1990. Pedoman Budidaya Kelapa Sawit. Departemen Pertanian. Medan.
- Evalina. 2008. Pengaruh proses pengolahan terhadap mutu crude palm oil (CPO) yang dihasilkan di PTPN IV Adolina Perbaungan-Medan. Sekripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara. Medan (Tidak dipublikasikan)
- Flingoh C.O. dan K Zukarinah. 1989. Measurement Palm Oil Content by Nuclear Magnetic resonance spectroscopy. International Palm oil Development Conference, Kuala Lumpur : 238-241.
- Jumidi. 2007. Hubungan antara tinggi tanaman varietas kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dengan kualitas tandan. Tesis Program Pascasarjana. Universitas Sumatera Utara. Medan. (Tidak dipublikasikan)
- Kaida K, dan A Zulkifli. 1989. Measurement Palm Oil Content by Nuclear Magnetic resonance spectroscopy. Internasional Palm Oil Development Conference, Kuala Lumpur : 238-241
- Lubis, A.U.1992. Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) Di Indonesia. PP Marihat Pematang Siantar. Indonesia.
- Legros, S., I. M. Serra, J.P. Caliman, F.A. Siregar, A. Clement-Vidal, D.Fabre dan M. Dingkuh. 2009. Phenology, growth and physiological adjustment of oil palm to sink limitation induced by fruit pruning. *Annals of Botany*. 104: 1183-1194.
- Murphy, D.J. 2009. Oil palm : future prospects for yield and quality improvements. *Lipid Technol*. 21 : 257-260
- Pahan, I. 2011. Panduan Lengkap Kelapa Sawit Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hilir. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Perseroan Terbatas Perkebunan Nusantara V. 1998. *Vademecum Budidaya Kelapa Sawit*. PTPN V. Pekanbaru.

J. Agrotek. Trop. 5 (2): 62-69 (2016)

Razali, M.H., A.S.M.A. Halim, S. Roslan. 2012. A Review on crop plant production and ripeness forecasting. *IJACS*. 4(2):54-63.

Risza S. 1995. Kelapa Sawit. Upaya Peningkatan Produktivitas. Kanisius. Yogyakarta.

Solomon, N.W. dan M. Orozco. 2003. Alleviation of vitamin A deficiency with palm fruit and its products. *Asia Pac J. Clin. Nutr.* 12 : 373-384.

Sukanto. 2008. Kiat Meningkatkan Produktivitas dan Mutu Kelapa Sawit. Penebar Swadaya. Jakarta.

Tranbarger, T.J; S. Dussert, T. Joet, X Agout, M. Summo, A. Champion, D. Cros, A. Omore B. Nouy, and F. Morcillo. 2011. Regulatory mechanisms underlying oil palm fruit. Mesocarp maturation, ripening and functional specialization in lipid and carotenoid metabolism. *Plant Physiol.* 156:564-584.