Jurnal Penelitian Kelapa Sawit, 2000, 8(2) : 97 - 106
Indonesian Journal of Oil Palm Research, 2000, 8(2) : 97 - 106

PARTISI PERTUMBUHAN ORGAN DAN PRODUKSI BAHAN KERING KELAPA SAWIT MENGHASILKAN

Iman Yani Harahap dan Witjaksana Darmosarkoro

ABSTRAK

Untuk mengetahui gambaran kuantitas produktivitas kelapa sawit pada kondisi lingkungan tumbuh yang optimal maka dilakukan pengamatan terhadap partisi pertumbuhan organ dan produksi bahan kering kelapa sawit menghasilkan pada kondisi lingkungan tumbuh yang relatif optimal di wilayah sentra produksi kelapa sawit nasional, khususnya di wilayah Sumatera Utara. Penelitian dilakukan pada plot program pengujian tanaman klon Pusat Penelitian Kelapa Sawit No. BJ 26 S di kebun Bah Jambi, PTPN IV, Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara. Bahan tanaman yang digunakan adalah tanaman yang sudah menghasilkan asal klon MK 60, tahun tanam 1990. Pengamatan pertumbuhan organ vegetatif dan generatif kelapa sawit dilakukan setiap 2 minggu berdasarkan metode non-destruktif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi bahan kering harian kelapa sawit bervariasi antara 1 - 2 kg CH_2O pohon^{-1} hari^{-1}. Variasi harian disebabkan oleh variasi penerimaan radiasi surya dan ketersediaan air harian. Produksi total bahan kering tanaman kelapa sawit yang diukur pada penelitian ini adalah 37,79 ton ha^{-1} tahun^{-1}, yang meliputi organ vegetatif 55,94 % dan organ generatif 44,06 %. Apabila dikonversikan ke dalam satuan asimilat, maka produksi tersebut setara dengan 67,50 ton ha^{-1} tahun^{-1}, yang meliputi organ vegetatif 46,8 % (akar 5,5 %, batang 10,9 %, dan daun 29,4 %) dan generatif 54,23 %. Asimilat untuk pertumbuhan tandan buah berbeda pada tiap fase perkembangan tandan atau kedudukan pelepah daun. Pada saat tandan bunga belum mekar kebutuhan asimilat untuk pertumbuhan tandan relatif kecil (2 % dari pasokan asimilat untuk pertumbuhan tandan buah), kemudian meningkat hingga mencapai puncaknya pada kedudukan pelepah ke-27 (30%) dan menurun kembali sampai buah mencapai matang fisiologis

Kata kunci: pertumbuhan, produksi bahan kering, asimilat, kelapa sawit

PENDAHULUAN

Usaha pengembangan kelapa sawit bertujuan untuk meningkatkan produksi minyak sawit nasional dalam rangka memenuhi kebutuhan industri dalam negeri maupun ekspor. Salah satu usaha meningkatkan produksi minyak sawit tersebut adalah melalui peningkatan produktivitas kelapa sawit.

Tingkat produktivitas kelapa sawit ditentukan oleh tindakan kultur teknis dan faktor lingkungan tumbuh. Pada kondisi lingkungan yang optimum pertanaman kelapa sawit dapat memproduksi 50 ton bahan kering per ha per tahun, yang meliputi 30 ton bagian atas tanaman (tajuk daun, batang dan organ generatif) dan sisanya 20 ton merupakan bahan kering organ akar (1; 5).

Secara aktual, produksi bahan kering tersebut dipengaruhi oleh lingkungan tumbuh (tanah dan iklim), populasi tanaman, serta bahan tanaman (varietas tanaman). Rees (9) mengemukakan bahwa penyebab utama variasi produksi bahan kering adalah perbedaan penerimaan radiasi dan musim kering. Hasil pengamatan Van Kraalingen, Breure, dan Spitters (10) pada kelapa sawit umur 6-12 tahun di kawasan Asia

Tenggara (Papua New Guinea), memperlihatkan bahwa pertumbuhan vegetatif kelapa sawit adalah sekitar 120 kg bahan kering per pohon per tahun, yang meliputi pertumbuhan organ daun 93 kg, organ batang 13 kg, dan organ akar 14 kg.

Tulisan ini bertujuan untuk membahas pertumbuhan dan produksi bahan kering kelapa sawit menghasilkan pada kondisi lingkungan tumbuh yang relatif optimal di wilayah sentra produksi kelapa sawit nasional, khususnya di wilayah Sumatera Utara sehingga diharapkan informasi pertumbuhan dan produksi bahan kering tersebut dapat dijadikan gambaran kuantitas produktivitas kelapa sawit pada kondisi wilayah lingkungan tumbuh tersebut.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan pada plot program pengujian klon kelapa sawit Pusat Penelitian Kelapa Sawit, BJ 26 S di kebun Bah Jambi, PTPN IV, Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara (2° LU, 99° BT, 369 m dpl). Lokasi penelitian memiliki tipe iklim Af (klasifikasi Koppen), dengan jenis tanah termasuk dalam ordo Ultisol. Bahan tanaman yang digunakan adalah tanaman yang sudah menghasilkan asal klon MK 60, tahun tanam 1990. Luas areal yang digunakan adalah sekitar 2000 m^2 yang merupakan bagian dari suatu blok pertanaman kelapa sawit (25 ha). Jumlah pohon yang digunakan adalah 24 pohon dengan jarak tanam 9,4 m x 8,1 m (130 pohon ha^{-1}).

Pengamatan pertumbuhan kelapa sawit dilakukan setiap 2 minggu berdasarkan metode non-destruktif (3). Pengamatan meliputi pertumbuhan organ vegetatif dan generatif. Pertumbuhan organ vegetatif yang diamati terdiri dari bobot kering daun, batang, akar, luas daun, dan laju muncul pelepah daun (emisi pelepah daun). Produksi biomasa organ akar diukur secara tidak langsung dari produksi organ vegetatif lainnya (batang dan pelepah daun), yang estimasinya adalah 12 % dari keseluruhan produksi biomasa organ vegetatif (6; 10). Pertumbuhan organ generatif yang diamati terdiri dari bobot kering dan jumlah tandan dan ukuran diameter buah tandan mulai dari kuncup sampai dengan panen. Sedang organ generatif bunga jantan diabaikan karena masanya yang relatif kecil, yaitu sekitar 1 – 1,6 % dari produksi total (5) dan umurnya relatif pendek (bunga gugur setelah mekar).

Produksi biomasa yang dikonversikan dalam satuan bobot CH_2O dapat memberikan gambaran mengenai kebutuhan asimilat masing-masing organ, yang lebih akurat dibanding dalam satuan bobot kering biomasa, karena memiliki satuan yang sama dengan perolehan biomasa hasil fotosintat, sehingga dapat lebih sesuai untuk tujuan analisis keseimbangan perolehan dan kehilangan biomasa (respirasi).

Konversi dari bahan kering ke satuan asimilat (CH_2O) didasarkan pada komposisi biokimia penyusun masing-masing organ (karbohidrat, lipida, lignin, asam organik, protein dan mineral) dan efisiensi konversi masing-masing komposisi biokimia tersebut ke dalam bentuk satuan asimilat (CH_2O). Berdasar rata-rata komposisi biokimia masing-masing organ dan efisiensi konversinya ke dalam satuan asimilat, maka didapat faktor konversi berturut-turut untuk organ daun, batang, akar, dan buah adalah 1,44; 1,52; 1,54, dan 2,31 (4, 6, 8, 10).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi bahan kering harian

Produksi bahan kering harian dalam satuan asimilat bervariasi antara 1 - 2 kg CH_2O pohon^{-1} hari^{-1}. Produksi bahan kering tersebut bervariasi terhadap radiasi surya dan ketersediaan air tanah. Produksi bahan kering yang tinggi dicapai apabila ketersediaan air dan radiasi surya tidak merupakan faktor pembatas. Produksi bahan kering relatif kecil apabila salah satu atau kedua faktor tersebut dalam keadaan terbatas. Untuk melihat peran ketersediaan air dalam produksi bahan kering, maka pengamatan dilakukan pada dua kondisi radiasi surya yang berbeda. Kondisi yang pertama, dilakukan pada radiasi surya berintensitas relatif rendah (di bawah 15 MJ m^{-2} hari^{-1}) dan kondisi yang kedua, dilakukan pada kondisi radiasi surya relatif tinggi (di atas 15 MJ m^{-2} hari^{-1}). Analisis pengaruh ketersediaan air terhadap produksi bahan kering pada dua kondisi radiasi surya tersebut dilakukan dengan analisis regresi yang disajikan pada Tabel 1.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa produksi bahan kering harian meningkat terhadap peningkatan ketersediaan air. Tetapi pada kondisi radiasi surya yang relatif rendah peningkatan ketersediaan air tidak nyata meningkatkan produksi bahan kering. Peningkatan produksi bahan kering terlihat nyata di bawah kondisi radiasi surya relatif tinggi (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa produksi bahan kering yang tinggi tercapai hanya apabila radiasi surya dan air tanah dalam kondisi yang tidak terbatas.

Partisi produksi bahan kering

Produksi total bahan kering biomasa tanaman kelapa sawit MK 60 adalah 290,73 kg pohon^{-1} tahun^{-1}, atau mencapai 37,79 ton ha^{-1} tahun^{-1}, yang meliputi produksi bahan kering organ vegetatif 55,94 % dan organ generatif 44,06 % (Tabel 2). Hasil pengamatan ini tidak berbeda jauh dengan hasil pengamatan yang dilaporkan Corley (1), Rees (9), dan Lamade dan Setiyo (7), yang mendapatkan produksi bahan kering kelapa sawit dewasa di wilayah Asia Tenggara berkisar 27 - 40 ton ha^{-1} tahun^{-1}.

Pertumbuhan organ tanaman MK 60 yang khas adalah organ batangnya yang relatif lebih besar (22,98 % dari pertumbuhan bagian vegetatif) dibanding bahan tanaman umumnya (sekitar 10 - 11 % dari pertumbuhan bagian vegetatif), sehingga proporsi untuk pertumbuhan organ daun

Tabel 1. Ringkasan sidik ragam analisis regresi hubungan fraksi ketersediaan air (aw), dengan produksi bahan kering (bk) di bawah beberapa kondisi radiasi surya

Persamaan regresi	Jumlah Pengamatan	F-tabel $_{0.05\,(1,n)}$	F- hit	R^2
Radiasi di bawah 15 MJ				
bk = 1,21 + 0,24 aw	19	4,45	0,40^{ns}	0,02
Radiasi di atas 15 MJ				
bk = 0,81 + 1,52 aw	21	4,28	24,65*	0,56

Keterangan: * nyata pada jenjang 5 %; ns tidak nyata pada jenjang 5 %

relatif kecil (65,63 % dari petumbuhan bagian vegetatif) dibanding bahan tanaman varietas D X P umumnya (sekitar 70 - 77 % dari pertumbuhan vegetatif).

Tabel 2. Produksi dan persentase pembagian biomasa bahan kering tiap organ tanaman kelapa sawit MK 60

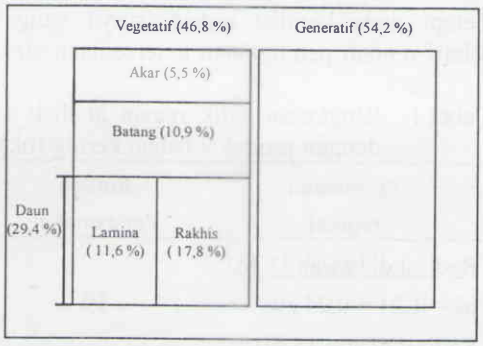
Organ tanaman	kg pohon^{-1} tahun^{-1}	% Vegetatif	% dari Total
Organ vegetatif			
Daun	106,71	65,63	36,71
- lamina	42,05	25,85	14,46
- rakhis	64,66	39,78	22,24
Batang	37,39	22,98	12,86
Akar	18,53	11,39	6,37
Subtotal	162,63	100,00	55,94
Organ generatif			
Bunga/buah	128,10	-	44,06
Subtotal	128,10	-	44,06
Total	290,73		100,00

Dalam bentuk satuan asimilat terlihat bahwa penggunaan asimilat untuk organ generatif dapat lebih besar dibanding kebutuhan untuk pertumbuhan vegetatif, walaupun produksi bahan keringnya lebih kecil dibanding produksi bahan kering organ vegetatif (Tabel 3). Hal ini disebabkan oleh faktor konversi bahan kering organ generatif yang besar, karena organ ini mengandung komposisi lipida yang besar sehingga membutuhkan kesetaraan asimilat yang tinggi (8).

Kebutuhan asimilat untuk pertumbuhan organ vegetatif meningkat mengikuti perkembangan umur tanaman dan relatif konstan pada tanaman dewasa (di atas 6 tahun), sedang asimilat yang digunakan untuk organ generatif lebih berfluktuatif tergantung perolehan asimilat hasil fotosintesis dan pertumbuhan organ vegetatif. Hal tersebut disebabkan fenomena dominasi pertumbuhan vegetatif terhadap pertumbuhan organ generatif, sehingga perolehan asimilat digunakan terlebih dahulu untuk perawatan biomasa tanaman dan pertumbuhan vegetatif (2;7). Diagram partisi atau pembagian asimilat untuk pertumbuhan kelapa sawit menghasilkan disajikan pada Gambar 1.

Tabel 3. Produksi biomasa tiap organ tanaman kelapa sawit MK 60 dalam konversi satuan asimilat

Organ tanaman	kg CH_2O pohon^{-1} tahun^{-1}	% Vegetatif	% dari Total
Organ vegetatif			
Daun	152,48	64,16	29,37
- lamina	60,07	25,28	11,57
- rakhis	92,41	38,88	17,80
Batang	56,65	23,84	10,91
Akar	28,51	12,00	5,49
Subtotal	237,64	100,00	45,77
Organ generatif			
Bunga/buah	281,54	-	54,23
Subtotal	281,54	-	54,23
Total	519,18		100,00



Gambar 1. Diagram partisi asimilat untuk pertumbuhan tanaman menghasilkan

Bagian asimilat yang digunakan untuk pertumbuhan buah tandan dibagikan ke seluruh tandan buah yang ada pada tiap-tiap ketiak pelepah. Kuncup bunga betina mulai muncul pada pelepah ke-17, antesis pada pelepah ke-19 dan matang panen pada pelepah ke-32. Jumlah asimilat yang dibagikan bergantung pada tiap fase perkembangan tandan atau pada tiap kedudukan pelepah daun (Gambar 2). Kebutuhan asimilat untuk organ generatif mulai dari munculnya kuncup (pelepah ke-17) di ketiak daun sampai mencapai antesis (pelepah ke-19) relatif kecil (2 %) dan mulai meningkat setelah berada di pelepah ke-20 sampai pelepah ke-26 (rata-rata mendapat pasokan 5%). Pertumbuhan tandan dari pelepah ke-21 sampai ke-26 dikenal dengan pertumbuhan 'frame' dengan ciri peningkatan ukuran buah yang cepat dengan kebutuhan karbohidrat yang tinggi, tetapi belum mencapai tahap pengisian minyak, sehingga kebutuhan asimilat masih relatif rendah (6). Pasokan asimilat tertinggi diberikan pada tandan di kedudukan pelepah ke-27 (30 %).



Gambar 2. Pembagian asimilat untuk pertumbuhan tandan buah pada berbagai kedudukan pelepah daun.

Menurut Penning de Vries (8), mulai pelepah ke-27 tandan buah mulai memproduksi minyak yang banyak mengandung lipida, yang membutuhkan kesetaraan asimilat yang tinggi (3,33 kg CH_2O kg^{-1} lipida), walaupun pertumbuhan fisik buah relatif kecil. Kebutuhan asimilat pada fase selanjutnya kembali menurun hingga tandan buah siap dipanen (derajat kematangan sudah mencapai fraksi 2) setelah pelepah ke-32.

KESIMPULAN

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa produksi bahan kering harian bervariasi antara 1 - 2 kg CH_2O $pohon^{-1}$ $hari^{-1}$ yang disebabkan oleh variasi penerimaan radiasi surya dan ketersediaan air harian. Produksi total bahan kering tanaman kelapa sawit yang diukur pada penelitian ini adalah 37,79 ton ha^{-1} $tahun^{-1}$, yang meliputi organ vegetatif 55,94 % dan organ generatif 44,06 %. Kebutuhan asimilat untuk pertumbuhan tandan buah berbeda pada tiap fase perkembangan tandan atau kedudukan pelepah daun.

DAFTAR PUSTAKA

1. CORLEY, R.H.V. 1976. Photosynthesis and productivity, p. 57 - 74. *In* R.H.V. Corley, J.J. Hardon, and B.J. Wood (Ed.) Oil Palm Research. Elsevier, Amsterdam.

2. _____, B.S. GRAY, and S.K. NG .1971. Productivity of the oil palm in Malaysia. Exp. Agric. 7: 9 – 16.

3. _____, J.J. HARDON, and G.Y. TAN. 1970. Analysis of growth of the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq). I. Estimation of growth parameters and application in breeding. Euphytica 20: 307 - 315.

4. DUFRENE, E. 1989. Photosynthesis, growth, and production modelling of oil palm(*Elaeis guineensis* Jacq). Universite De Paris-Sud, Centre D'Orsay. Ph.D. Thesis. 147 p.

5. _____, R. OCHS, and B. SAUGIER. 1990. Oil palm photosynthesis and productivity linked to climatic factors. Oleagineux 45 (8-9) : 345 - 355.

6. GERRITSMA, W. and J. GOUDRIAAN . 1988. Simulation of oil palm yield. Dept. Theoretical Production Ecology. Agricultural University Wageningen. 32 p.

7. LAMADE, E. and I.E. SETIYO. 1996. Test of Dufrene's production model on two contrasting families of oil palm in North Sumatera. Paper presented at PORIM. International Palm Oil Congress (PIPOC), 1996, Kuala Lumpur, Malaysia. p: 427 - 435.

8. PENNING de VRIES, F.W.T. 1983. Modeling of growth and production. Encyclopedia of plant physiology. Sprienger Verlg, heidelberg. (12d): 117-150.

9. REES, A.R. 1989. Climatic and bilogical limitations to yield in the oil palm. Paper presented at international conference on palms and palm products,Benin, Nigeria. 13 p.

10. VAN KRAALINGEN, D.W.G., C.J. BREURE, and T. SPITTERS. 1989. Simulation of oil palm growth and yield. Agric. and Forest Meteorol. 46: 227 - 244.

Partition of organ growth and dry matter production in mature oil palm

Iman Yani Harahap and Witjaksana Darmosarkoro

Abstract

Experiment on partition of organ growth and dry matter production of mature oil palm was conducted on the optimal environment for oil palm growth in North Sumatra. The objective of the experiment is to evaluate the productivity of oil palm. The experiment was conducted on the progeny test area of Indonesian Oil Palm Research Institute BJ 26 S, Bah Jambi. Planting materials used oil palm clone MK 60 planted in 1990. Vegetative and generative organs growth were observed biweekly based on the non-destructive method. The result showed that daily dry matter production of oil palm was varying 1-2 kg CH_2O tree^{-1} day^{-1}. The daily variation was caused by the variation of solar radiation interception and water availability. Total dry matter production of oil palm was 37.79 ton ha^{-1} yr^{-1} , consist of 55.94% vegetative organ and 44.06% generative organ. In assimilate units, the production was equal to 67.50 ton ha^{-1} yr^{-1}, consist of 46.8% vegetative organ (5.5% root, 10.9% stem, and 29.4% leaf), and 54.23% generative organ. Assimilate for bunch growth was depend upon the phase of bunch development. Before the emergence of flower, the need of assimilate for bunch growth was relatively small, then it increased up to the maximum level when bunch at the 27th frond, and in turn, the need of assimilate decreased when bunch was ripe physiologically.

Key words: *Elaeis guineensis* Jacq., growth, assimilate, dry matter production

Introduction

The development of oil palm is aimed to increase national palm oil production and to fulfill the need of oil domestically and for export purposes. The effort to increase production is conducted by increasing the productivity of oil palm. Productivity of oil palm is determined by cultivation technique and the environment. On the environment that is suitable for growth, oil palm can produce 50 ton dry matter ha^{-1} yr^{-1}, which consists of 30 ton of upper part (canopy and generative organ) and 20 ton of root (1; 5).

The production of dry matter is affected by environmental aspects (soil and climate), plant density, and plant variety. Rees (9) reported that the variation of dry matter productivity was closely related to the differences in solar radiation interception and dry period. Observation conducted by Van Kraalingen *et al* (10) showed that 6-12 years old oil palm in Papua New Guinea produced 120 kg vegetative dry matter, consist of 93 kg leaf, 13 kg stem, and 14 kg root.

The objective of the experiment was to evaluate the growth and productivity of oil palm grown on the environment that relatively optimal for oil palm growth. The result of the experiment can be used to figure out the quantity of oil palm productivity.

Materials and Methods

The experiment was conducted on ultisol soil located on the progeny test area of Indonesian Oil Palm Research Institute BJ 26 S, Bah Jambi, North Sumatra (2° N, 99° E, 369 m asl). The climate of the site is Af (Koppen classification). Planting material used oil palm clone MK 60 planted in 1990. Total area used in the experiment was about 2000 m^2 with 24 sample trees, which was planted on 9.4 m x 8.1 m (130 tree ha^{-1}).

Vegetative and generative organs growth were observed biweekly based on the non-destructive method (3). The observation on vegetative organ was included leaf, stem, root dry matter, and the rate of frond emergence. Root biomass was measured indirectly. Root biomass was estimated about 12% of the other vegetative organs such as stem and fronds (6; 10). The observation of generative organ included dry matter weight, size, and the number of bunch from female flower to ripe bunch. Male flower was discarded from calculation because the total biomass was very small e.g. 1-1.6% of the total production (5) and the period of existence was relatively short, which the flower was aborted soon after it open.

The conversion of biomass production to CH_2O weight units can be used to figure out the needs of assimilates of every organ, which is more accurate compared to that of the dry matter weight. The CH_2O weight unit has the equal level to the biomass production from photosynthesis. Therefore, the balance analysis of production and lost of biomass using CH_2O weight units is more appropriate. The conversion of biomass to CH_2O weight units is based on the biochemical composition of the organ (carbohydrate, lipid, lignin, organic acid, protein, and mineral), and coefficient conversion from biomass weight to CH_2O weight units. Based on the composition of the organs, the coefficient conversion from biomass weight to CH_2O weight units for leaf, stem, root, and fruit are 1.44, 1.52, 1.54, and 2.31 (4, 6, 8, 10).

Results and Discussions

Daily dry matter production

Daily dry matter production of oil palm in assimilate weight units was varying 1-2 kg CH_2O tree^{-1} day^{-1}. The daily variation was caused by the variation of solar radiation interception and water availability. High dry matter production could be reached when solar radiation interception and water availability were unlimited. Lower dry matter production occurs when one of the two factors limited. Observation on two level of solar radiation condition was conducted to know the effect of water availability on dry matter production. The first condition was low radiation (below 15 MJ m^{-2} day^{-1}) and the second condition was relatively high radiation (above 15 MJ m^{-2} day^{-1}). The data was analyzed using linear regression (Table 1). The results showed that the dry matter production increased along with the increased of water availability in the relatively high radiation. However, in the low radiation, the increased of water availability insignificantly increased the dry matter production. This phenomenon showed that high dry matter production could be reached when solar radiation interception and water availability were unlimited.

Partition of dry matter production

Total dry matter production of oil palm MK 60 was 290.73 kg tree^{-1} yr^{-1}, or 37.79 ton ha^{-1} yr^{-1}, which consist of 55.94% vegetative organ and 44.06% generative organ (Table 2). This result was close to the results reported by Corley (1), Rees (9), and Lamade and Setiyo (7) which the dry matter productions of mature oil palm in South East Asia were about 27-40 ton ha^{-1} yr^{-1}.

The specific character of MK 60 growth was bigger stem growth, about 22.98% of total vegetative growth, compared to most oil palm varieties, which the stem growth was only 10-11% of the total vegetative growth. The leaf proportion of the MK 60 was 65.63% of the total vegetative growth compared to 70-77% leaf proportion of other varieties.

In assimilate units, the usage of assimilates for generative organ was higher than that of vegetative organ, although the biomass production of generative organ was smaller than that of vegetative organ (Table 3). This condition was caused by the composition of generative organ. The most chemical composition is lipid which requires a high assimilate balance (8).

Table 1. Regression analysis of relationship between water availability (aw) with dry matter production (bk) under different solar radiation condition

Regression equation	Number of observation	F-table $_{0.05\,(1,n)}$	F- value	R^2
Radiation under 15 MJ				
bk = 1.21 + 0.24 aw	19	4.45	0.40^{ns}	0.02
Radiation above 15 MJ				
bk = 0.81 + 1.52 aw	21	4.28	24.65*	0.56

Note : * = Significantly difference at 5 % ; ns = not significantly difference at 5 %

Tabel 2. Production and partition of dry matter production of oil palm MK 60 organ

Organ	kg tree^{-1} year^{-1}	% Vegetative	% Total
Vegetative organ			
Leaves	106.71	65.63	36.71
- lamina	42.05	25.85	14.46
- rachis	64.66	39.78	22.24
Stem	37.39	22.98	12.86
Root	18.53	11.39	6.37
Subtotal	162.63	100.00	55.94
Generative organ			
Flower/fruit	128.10	-	44.06
Subtotal	128.10	-	44.06
Total	290.73		100.00

Table 3. Production of biomass organ of oil palm MK 60 in assimilate unit

Organ	kg tree^{-1} year^{-1}	% Vegetative	% Total
Vegetative organ			
Leaves	152.48	64.16	29.37
- lamina	60.07	25.28	11.57
- rachis	92.41	38.88	17.80
Stem	56.65	23.84	10.91
Root	28.51	12.00	5.49
Subtotal	237.64	100.00	45.77
Generative organ			
Flower/fruit	281.54	-	54.23
Subtotal	281.54	-	54.23
Total	519.18		100.00

The need of assimilate for vegetative organ was increase along with the age of oil palm, and the needs were constant as the palm reach 6 years old. Whereas the need of generative organ was fluctuated, depend upon the production of assimilate and the level of vegetative growth. The domination of vegetative growth phenomenon showed that the assimilate was mainly distributed for biomass maintenance and for vegetative growth (2, 7). Partition of assimilates for mature oil palm growth was shown in Figure 1.

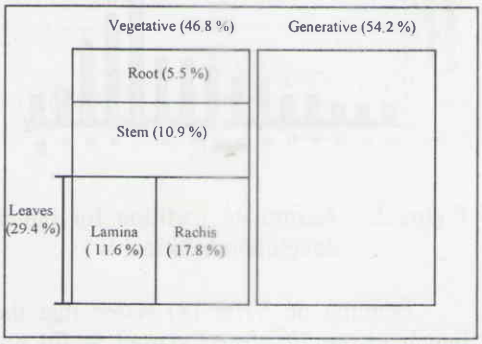


Figure 1. Assimilate partition for mature oil palm growth

Part of assimilates for bunch development was distributed to all bunches in all rachis. Total assimilates distributed to the bunch was depended upon the phase of bunch development, which was closely related to the position of bunch in the canopy (Figure 2). Young female flower emerged from the 17th frond, anthesis occurred at the 19th frond, and physiological ripe occurred in the 32nd frond. The need of assimilate of new emerged female flower to anthesis was relatively small (2%), and increased in the 20th to 26th fronds with average input of 5%. Bunch growth at fronds 21st – 26th was known as the frame growth with the characteristic of fast increment of bunch size with relatively high level of assimilates need. However, the growth was not a filling of oil process, therefore the need of assimilates was not

too high (6). The highest assimilate needs (about 30% of total assimilate) was found in bunch at the 27th frond.

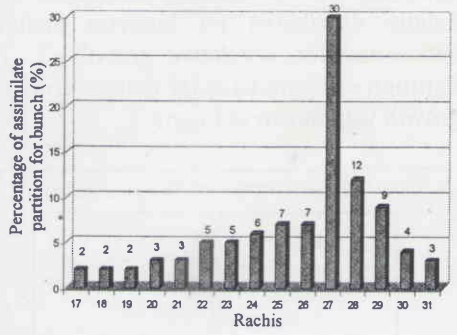


Figure 2. Assimilate partition for bunch development in rachis

Penning de Vries (8) stated that the bunch in the 27th frond started to fill oil, which composed of lipid. Therefore, the need of assimilate was high (3.33 kg CH_2O kg^{-1} lipid) although the physical growth of the bunch was relatively small. In turn, the need of assimilate decreased until the bunch was ready to be harvested (fraction 2) at 32nd frond.

Conclusions

Observation on the oil palm growth showed that daily dry matter production was varying between 1 – 2 kg CH_2O $tree^{-1}$ day^{-1}. Daily variation of the dry matter production caused by daily variation of solar radiation interception and water availability. Total dry matter production of mature oil palm was 37.79 tons ha^{-1} yr^{-1}, consist of 55.94% vegetative organ and 44.06% generative organ. The needs of assimilate for bunch development was varying, depend upon the phase of bunch development.

References

1. CORLEY, R.H.V. 1976. Photosynthesis and productivity, p. 57 - 74. *In* R.H.V. Corley, J.J. Hardon, and B.J. Wood (Ed.) Oil Palm Research. Elsevier, Amsterdam.
2. _____, B.S. GRAY, and S.K. NG .1971. Productivity of the oil palm in Malaysia. Exp. Agric. 7: 9 – 16.
3. _____, J.J. HARDON, and G.Y. TAN. 1970. Analysis of growth of the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq). I. Estimation of growth parameters and application in breeding. Euphytica 20: 307 - 315.
4. DUFRENE, E. 1989. Photosynthesis, growth, and production modelling of oil palm(*Elaeis guineensis* Jacq). Universite De Paris-Sud, Centre D'Orsay. Ph.D. Thesis. 147 p.
5. _____, R. OCHS, and B. SAUGIER. 1990. Oil palm photosynthesis and productivity linked to climatic factors. Oleagineux 45 (8-9) : 345 - 355.
6. GERRITSMA, W. and J. GOUDRIAAN . 1988. Simulation of oil palm yield. Dept. Theoretical Production Ecology. Agricultural University Wageningen. 32 p.
7. LAMADE, E. and I.E. SETIYO. 1996. Test of Dufrene's production model on two contrasting families of oil palm in North Sumatera. Paper presented at PORIM. International Palm Oil Congress (PIPOC), 1996, Kuala Lumpur, Malaysia. p: 427 - 435.
8. PENNING de VRIES, F.W.T. 1983. Modeling of growth and production. Encyclopedia of plant physiology. Sprienger Verlg, heidelberg. (12d): 117-150.
9. REES, A.R. 1989. Climatic and bilogical limitations to yield in the oil palm. Paper presented at international conference on palms and palm products,Benin, Nigeria. 13 p.
10. VAN KRAALINGEN, D.W.G., C.J. BREURE, and T. SPITTERS. 1989. Simulation of oil palm growth and yield. Agric. and Forest Meteorol. 46: 227 - 244.

ooOoo