



MODEL FENOLOGI TANAMAN KELAPA SAWIT (Phenology Model of Palm Oil)

Fadjry Djufr⁽¹⁾ Handoko⁽²⁾ dan Y.Koesmaryono⁽²⁾,

(1) BPTP Kendari

(2) PS Agroklimatologi IPB Bogor

ABSTRACT

Crop phenology model for palm oil was designed to describe period between phenological phases of palm oil. The research consisted field experimentation and crop simulation modeling. Activity of modeling consists of (1) design and (2) validation of the phenological model. The experimental results were used to determine quantitative relationships to obtain model parameters, calibration, and validation.

Data which were collected consist of cumulative leaf number, rate of increase of leaf, sex ratio, and period between phenological phases of palm oil. Phenology observed consists of four phases: (1) phase of leaf bud until leaf, (2) leaf until floral bud, (3) floral bud until anthesis, and (4) anthesis until harvest. The phenological model was designing from calculating Thermal Unit.

The t- test does not indicate significant difference between measured and predicted period between phenological phases. The model is reasonably well for predicting period between phenological phases. The difference between simulation and observation on period between phenological phases is about 1 – 4 days, while cumulative leaf number and total floral is about 2 days.

Key Word : Phenology model, palm oil, total floral, cumulative leaf number, thermal unit.

ABSTRAK

Model fenologi atau perkembangan tanaman kelapa sawit disusun untuk menjelaskan periode antar fase perkembangan tanaman kelapa sawit. Penelitian terdiri dari pemodelan tanaman dan percobaan lapang. Kegiatan pemodelan perkembangan tanaman meliputi penyusunan dan pengujian model. Pemodelan tanaman menggunakan data lapang yang digunakan sebagai dasar penyusunan hubungan kuantitatif yang meliputi penurunan parameter model, kalibrasi model serta validasinya.

Data yang dikumpulkan pada percobaan lapang meliputi jumlah pelepah kumulatif (emisi pelepah), laju pertumbuhan pelepah, *sex ratio* serta periode antar fase perkembangan tanaman kelapa sawit. Pengamatan fenologi dibagi menjadi empat (4) periode fase: (1) fase kuncup daun sampai menjadi pelepah daun sempurna, (2) fase pelepah daun sampai kuncup bunga, (3) fase kuncup bunga sampai bunga mekar (*anthesis*), (4) fase *anthesis* sampai matang fisiologis (panen).

Hasil pengujian antara keluaran model (prediksi) dengan observasi menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang nyata antara model dan observasi. Model fenologi tanaman kelapa sawit yang disusun secara umum mampu mensimulasi dan menggambarkan fase fenologi tanaman seperti yang ditunjukkan oleh hasil pengamatan lapang. Perbedaan antara model simulasi dengan hasil pengamatan pada periode fase fenologi berkisar 1 – 4 hari. Sedangkan untuk total bunga dan emisi pelepah hanya 2 hari.

Kata Kunci : Model, fenologi, kelapa sawit, total bunga, emisi pelepah, satuan bahang.

PENDAHULUAN

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan salah satu komoditi penting sektor perkebunan. Luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia pada tahun 1999 diperkirakan 2.96 juta ha dengan peningkatan rata-rata 11.73 persen per tahun. Pada tahun 1997, nilai ekspor CPO mencapai US \$ 1.74 milyar (Ditjenhutbun, 1998). Sampai tahun 1998 Indonesia merupakan

produsen minyak sawit (CPO) terbesar kedua di dunia setelah Malaysia dan pada tahun 2010 diperkirakan akan dapat menggantikan posisi Malaysia.

Perkembangan dan pertumbuhan tanaman kelapa sawit merupakan fungsi dari faktor genetik tanaman, lingkungan dan teknik budidaya. Faktor iklim seperti curah hujan, radiasi surya, suhu dan kelembaban udara serta kecepatan angin memegang peranan yang sangat vital terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Hasil pengamatan Hartley (1988) diberbagai tempat menunjukkan bahwa pertumbuhan, fase perkembangan, dan hasil tanaman kelapa sawit banyak dipengaruhi oleh faktor iklim. Faktor iklim yang sangat nyata berpengaruh terhadap pertumbuhan daun (emisi pelepah), pembentukan bunga jantan atau bunga betina (seks rasio), dan pembentukan buah adalah ketersediaan air (curah hujan), suhu dan radiasi surya.

Salah satu metode kuantitatif yang dapat digunakan untuk menjelaskan hubungan antara faktor lingkungan dengan pertumbuhan dan perkembangan tanaman adalah model simulasi tanaman. Handoko (1996) mengemukakan bahwa model simulasi dapat digunakan untuk menjelaskan proses dalam suatu sistem pertanian pada berbagai tingkat kompleksitas dan bersifat fleksibel di dalam sintesis pengetahuan karena dapat menerangkan keluaran sistem atas masukan sistem yang berupa faktor-faktor lingkungan dan penerapan teknik budidaya. Monteith (1996) mengemukakan bahwa, pemodelan tanaman merupakan suatu pendekatan kuantitatif untuk memprediksi pertumbuhan, perkembangan dan hasil tanaman, koefisien genetik tanaman dan peubah yang berhubungan dengan faktor lingkungan. Selajutnya de Wit (1982) mendefinisikan model simulasi sebagai seni dalam membangun model matematik untuk mengkaji sifat-sifat di dalam sistem.

Kajian - kajian yang bersifat analisis kuantitatif untuk menjelaskan hubungan antara peubah iklim selama proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman kelapa sawit telah banyak dilakukan. Van Kraalingen *et al.* (1989), telah melakukan analisis pertumbuhan dan hasil kelapa sawit berdasarkan pendekatan pemodelan tanaman tetapi model yang dikembangkan hanya melihat bagaimana potensi hasil tandan tahunan dengan asumsi faktor lingkungan semua dalam keadaan optimum. Begitupula penelitian yang dilakukan oleh Poeloengan *et al.* (1996), pemodelan yang dilakukan telah mencoba melihat aspek fenologis daun di dalam aktivitas perkembangan tandan kelapa sawit melalui analisis pertumbuhan dan distribusi asimilat tandan selama masa perkembangan tanaman.

Kajian mengenai aspek fenologi dan pertumbuhan pada pemodelan tanaman kelapa sawit serta prediksi hasil tanaman belum banyak dilakukan, sehingga perlu penelitian lebih lanjut, khususnya model perkembangan (fenologi) tanaman dengan memperhatikan faktor ketersediaan nitrogen. Oleh karena itu model fenologi tanaman kelapa sawit yang disusun diharapkan dapat menjelaskan fase fenologi tanaman mulai dari fase pembentukan pelepah daun sampai matang fisiologis (panen), serta responnya terhadap unsur-unsur cuaca (radiasi surya, suhu dan kelembaban udara, curah hujan dan kecepatan angin).

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian lapang dilaksanakan di PT. Perkebunan Nusantara VII, Kebun Bekri, Propinsi Lampung. Penelitian dilakukan selama 18 bulan (Oktober 1998 - Juni 2000) meliputi penelitian lapang dan pemodelan tanaman.

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan adalah tanaman kelapa sawit tahun tanam 1992 dan 1994, dan pupuk nitrogen. Alat-alat yang digunakan terdiri dari (1) timbangan, (2) cat dan kuas, (3) *neutron*

probe meter, (4) automatic weather station (AWS) pencatat unsur-unsur cuaca secara otomatis, (5) komputer, (6) program Visual Basic versi 6.

Percobaan lapang

Data dari hasil percobaan lapang digunakan sebagai dasar penyusunan hubungan kuantitatif yang meliputi; penurunan parameter model, kalibrasi model serta validasinya. Percobaan pemupukan dilakukan pada dua tahun tanam kelapa sawit. Tahun tanam 1994 terdiri dari dua taraf perlakuan, yakni : tanpa pupuk nitrogen (N0) dan 1.38 kg N/pohon/tahun (N1); sedangkan tahun tanam 1992 menggunakan tiga taraf perlakuan, yakni: tanpa pupuk nitrogen (N0), 1.38 kg N/pohon/tahun (N1) dan 2.76 kg N/pohon/tahun (N2). Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan ulangan tiga kali.

Data- data yang dikumpulkan meliputi emisi pelepah, laju pertambahan pelepah, *sex ratio* serta periode antar fase perkembangan tanaman kelapa sawit. Pengamatan fenologi dibagi menjadi empat (4) periode fase; (1) fase kuncup daun sampai menjadi pelepah daun sempurna, (2) fase pelepah daun sampai kuncup bunga, (3) fase kuncup bunga sampai bunga mekar (*anthesis*), (4) fase *anthesis* sampai matang fisiologis (panen). Jumlah tanaman contoh yang diamati 20 – 30 tanaman per plot percobaan. Pengamatan fase fenologi tanaman tersebut dilakukan setiap hari.

Unsur-unsur cuaca diamati dari stasiun cuaca otomatis AWS (*Automatic Weather Station*) yang dipasang di lokasi penelitian. Unsur cuaca yang diamati adalah curah hujan (mm hari⁻¹), kecepatan angin (m detik⁻¹), lama penyinaran (jam hari⁻¹), kelembaban udara relatif (%), dan suhu udara (°C).

Penyusunan Model Perkembangan Tanaman

Model perkembangan tanaman ini menduga perkembangan tanaman selama periode pertumbuhan tanaman kelapa sawit. Laju perkembangan dan masing-masing kejadian fenologi tanaman kelapa sawit diduga dengan konsep *Thermal Unit* (*Heat Unit*/ Satuan Bahang), dengan pertimbangan bahwa tanaman kelapa sawit tidak responsif terhadap panjang hari (tanaman netral). Konsep ini mempertimbangkan bahwa tingkat perkembangan tanaman (s) berbanding lurus terhadap suhu (T, °C) di atas suhu dasar (Tb, °C), dengan persamaan sebagai berikut :

$$s = \sum_{i=1}^t (T - T_b)/TU \text{ atau } ds = (T - T_b)/TU \text{ jika } T > T_b \quad (1)$$

$$ds = 0 \quad \text{jika } T \leq T_b$$

TU : *Thermal Unit* yang dibutuhkan tanaman untuk mencapai suatu fase perkembangan (hari °C)

i... t : deret unit waktu (hari)

T : suhu rata-rata harian

Tb : suhu dasar 15 °C (Henry, dalam Hartley, 1988)

TU1		TU2		TU3	TU4
Kcd		Daun		Kcb	Anth
n_1		n_2		n_3	n_4
$TU1 = \sum_{i=1}^{n_f} (Ti - Tb)$		$TU2 = \sum_{i=1}^{n_f} (Ti - Tb)$		$TU2 = \sum_{i=1}^{n_f} (Ti - Tb)$	$TU2 = \sum_{i=1}^{n_f} (Ti - Tb)$
$TU_f = \sum_{i=1}^{n_f} (Ti - Tb)$		$Tuf = \text{Thermal Unit pada fase perkembangan ke } f$ $i = \text{hari pengamatan}$ $f = \text{fase perkembangan (1,2,3,4)}$ 1=kuncup daun ke daun (Kcd) 2=daun ke kuncup bunga (Kcb) 3=kuncup bunga ke anthesis (Anth) 4=anthesis ke panen (Panen)			

Gambar 1. Model perhitungan kelapa sawit pada masing-masing fase perkembangan

Pengujian dan Kalibrasi Model

Pengujian keabsahan model bertujuan menilai keberhasilan penyusunan model baik dalam menentukan komponen-komponen di dalam struktur model maupun penurunan parameter-parameter model. Pengujian dilakukan dengan membandingkan antara peubah-peubah keluaran model dengan hasil pengamatan atau pengukuran lapang. Perbaikan parameter akan dilakukan jika diperlukan.

Analisis Statistik

Pengujian secara statistik hasil percobaan lapang dengan menggunakan analisis sidik ragam. Uji antar perlakuan menggunakan uji beda nyata terkecil. Pengujian hasil keluaran model dan pengukuran lapang menggunakan uji t berpasangan mengikuti persamaan berikut:

$$Di = pi - mi$$

$$D = \sum Di \cdot n^{-1}$$

$$SE = \sqrt{\{[\sum Di^2 - (\sum Di)^2 \cdot n^{-1}] [n(n-1)]^{-1}\}}$$

$$t = D \cdot SE^{-1}$$

Di dan D = individu dan beda antara prediksi (p) dan pengukuran (m)

SE = Galat baku (*standart error*)

t = nilai *t* - student

TU1	TU2	TU3	TU4	
Kcd	Daun	Kcb	Anth	Panen
n_1	n_2	n_3	n_4	
$TU1 = \sum_{i=1}^{n_1} (Ti - Tb)$	$TU2 = \sum_{i=1}^{n_2} (Ti - Tb)$	$TU2 = \sum_{i=1}^{n_3} (Ti - Tb)$	$TU2 = \sum_{i=1}^{n_4} (Ti - Tb)$	
n_f	$TU_f = \sum_{i=1}^{n_f} (Ti - Tb)$			
	$Tuf = \text{Thermal Unit pada fase perkembangan ke } f$ $i = \text{hari pengamatan}$ $f = \text{fase perkembangan (1,2,3,4)}$ 1=kuncup daun ke daun (Kcd) 2=daun ke kuncup bunga (Kcb) 3=kuncup bunga ke anthesis (Anth) 4=anthesis ke panen (Panen)			

Gambar 1. Model perhitungan kelapa sawit pada masing-masing fase perkembangan

Pengujian dan Kalibrasi Model

Pengujian keabsahan model bertujuan menilai keberhasilan penyusunan model baik dalam menentukan komponen-komponen di dalam struktur model maupun penurunan parameter-parameter model. Pengujian dilakukan dengan membandingkan antara peubah-peubah keluaran model dengan hasil pengamatan atau pengukuran lapang. Perbaikan parameter akan dilakukan jika diperlukan.

Analisis Statistik

Pengujian secara statistik hasil percobaan lapang dengan menggunakan analisis sidik ragam. Uji antar perlakuan menggunakan uji beda nyata terkecil. Pengujian hasil keluaran model dan pengukuran lapang menggunakan uji t berpasangan mengikuti persamaan berikut:

$$Di = pi - mi$$

$$D = \sum Di \cdot n^{-1}$$

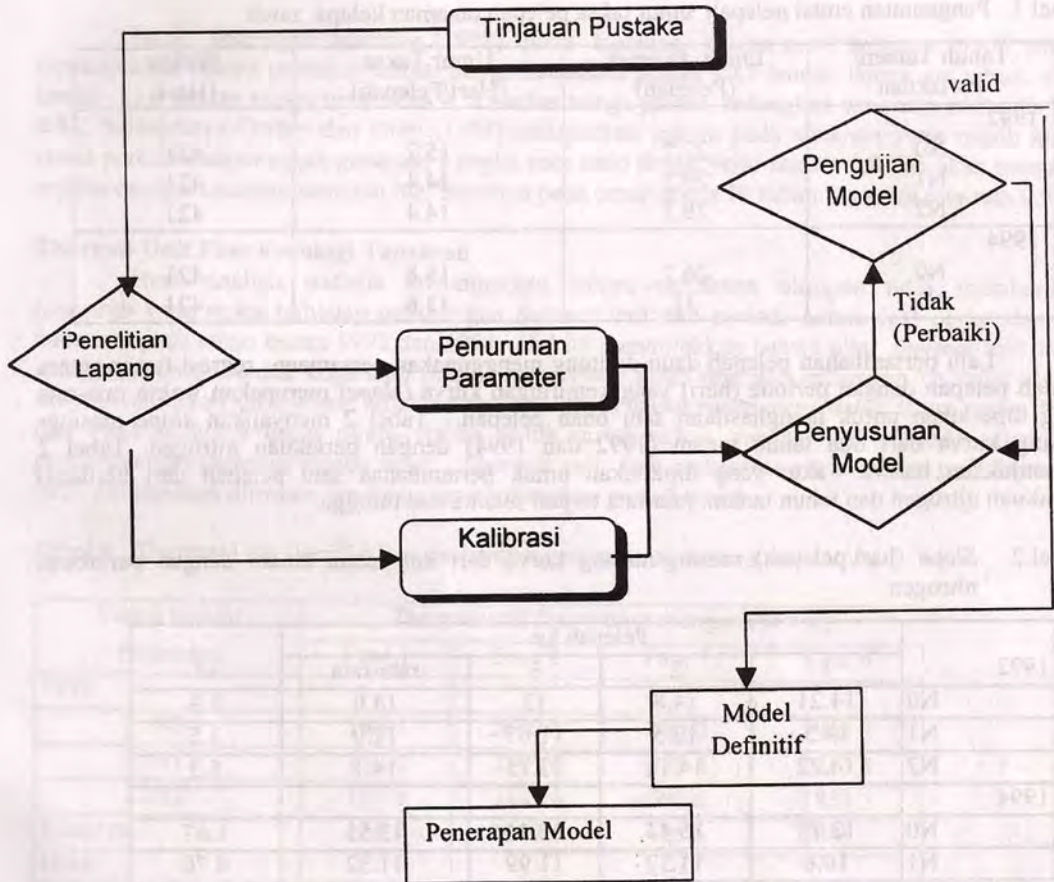
$$SE = \sqrt{\{[\sum Di^2 - (\sum Di)^2 \cdot n^{-1}] [n(n-1)]^{-1}\}}$$

$$t = D \cdot SE^{-1}$$

Di dan D = individu dan beda antara prediksi (p) dan pengukuran (m)

SE = Galat baku (*standart error*)

t = nilai t – student



Gambar 2. Diagram alur kegiatan dan komponen penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Umur taksa dan Emisi pelepah

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan pemupukan tidak memperlihatkan pengaruh nyata terhadap jumlah pelepah daun kumulatif pada tahun tanam 1992 dan 1994. Berdasarkan hasil yang disajikan pada Tabel 1 diperoleh jumlah pelepah kumulatif (emisi pelepah) setiap pohon antara 27.7 – 29.3 pelepah, sedangkan umur taksa pelepah daun antara 14.4 – 15.2 hari. Jumlah pelepah kumulatif dan umur taksa pelepah tersebut dicapai selama 421 hari pengamatan. Hasil penelitian yang dilakukan Harahap (1999) di daerah Sumatera Utara pada tanaman berumur 6 – 7 tahun dengan kondisi pupuk optimal diperoleh kecepatan emisi pelepah kumulatif dan umur taksa pelepah masing-masing sebesar 20.2 pelepah dan 16.3 hari dengan waktu pengamatan selama 330 hari. Sedangkan hasil pengamatan yang dilakukan di Malaysia Corley (1976) mendapatkan emisi kumulatif pelepah dan umur taksa pelepah setiap tahun (365 hari) pada tanaman umur 4 – 11 tahun masing-masing sebesar 24 – 33.2 pelepah dan 11 – 15 hari.

Tabel 1. Pengamatan emisi pelepah umur taksa pelepah tanaman kelapa sawit

Tahun Tanam/ Perlakuan	Emisi Pelepah (Pelepah)	Umur Taksa (Hari/Pelepah)	Waktu (Hari)
1992			
N0	27.7	15.2	421
N1	29.3	14.4	421
N2	29.3	14.4	421
1994			
N0	26.7	15.8	421
N1	31	13.6	421

Laju pertumbuhan pelepah daun dihitung menggunakan persamaan regresi linear antara jumlah pelepah dengan periode (hari) yang kemiringan kurva (*slope*) merupakan waktu rata-rata yang diperlukan untuk menghasilkan satu buah pelepah. Tabel 2 menyajikan *slope* masing-masing kurva dari dua tahun tanam (1992 dan 1994) dengan perlakuan nitrogen. Tabel 2 menunjukkan bahwa waktu yang diperlukan untuk pertumbuhan satu pelepah dari berbagai perlakuan nitrogen dan tahun tanam, rata-rata terjadi selama dua minggu.

Tabel 2. *Slope* (hari/pelepah) masing-masing kurva dari dua tahun tanam dengan perlakuan nitrogen

1992	Pelepah ke				sd
	1	2	3	rata-rata	
N0	14.21	14.8	13	14.0	0.9
N1	14.5	12.5	11.67	12.9	1.5
N2	14.22	14.18	13.75	14.1	0.3
1994					
N0	12.73	15.47	12.44	13.55	1.67
N1	10.6	11.37	11.99	11.32	0.70

Nisbah seks bunga (sex ratio)

Sex ratio adalah angka perbandingan antara jumlah bunga betina dengan seluruh bunga yang diproduksi pada suatu waktu tertentu dan dinyatakan dalam persentase. Hasil analisis statistik menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata antar perlakuan terhadap peubah *sex ratio*. Namun demikian terdapat variasi nilai *sex ratio*, bunga jantan dan bunga betina pada perlakuan pemupukan (Tabel 3). Hal ini disebabkan angka *sex ratio* sangat dipengaruhi oleh proses diferensiasi kelamin yang terjadi sebelumnya. Waktu yang diperlukan mulai dari diferensiasi kelamin sampai matang buah adalah sekitar 30 bulan, sehingga iklim pada waktu penentuan *sex ratio* akan berpengaruh terhadap produksi 30 bulan kemudian. Faktor iklim yang mempengaruhi diferensiasi kelamin adalah musim kering dan kelembaban (Lubis, 1986).

Tabel 3. Jumlah tandan bunga tanaman kelapa sawit tahun tanam 1992

Perlakuan	B.Betina	B.Jantan	Total bunga	<i>Sex ratio</i> (B.Betina/Total bunga)
N0	12.3	6.3	20.3	0.61
N1	16.3	6.0	22.3	0.73
N2	15.7	6.0	21.7	0.72

Hasil penelitian Harahap (1998) pada tanaman kelapa sawit berumur (6 - 7 tahun) menunjukkan bahwa produksi tandan bunga kumulatif adalah 20,7 tandan bunga per tahun, yang terdiri 15.9 tandan bunga betina dan 4.8 tandan bunga jantan, sedangkan *sex ratio* sekitar 0.73 - 0.84. Selanjutnya Corley dan Gray (1976) melaporkan bahwa pada tanaman yang masih muda (awal perkembangan organ generatif) angka seks ratio tinggi yaitu sekitar 0.8 dan akan menurun sejalan dengan tanaman semakin tua, biasanya pada umur diatas 10 tahun *sex ratio* rata-rata 0.50.

Thermal Unit Fase Fenologi Tanaman

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan nitrogen tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap perhitungan *thermal unit* dari periode antara fase perkembangan tanaman pada tahun tanam 1992 dan 1994. Hal ini menunjukkan bahwa nilai *thermal unit* dapat dianggap konstan untuk keperluan pendugaan periode antar fase perkembangan tanaman kelapa sawit berdasarkan suhu udara. Nilai *thermal unit* dapat diasumsikan sama untuk tahun tanam 1992 dan 1994 sehingga dapat dirata-ratakan untuk mendapatkan *thermal unit* periode antar fase perkembangan tanaman kelapa sawit. *Thermal unit* fase perkembangan tanaman pada berbagai taraf pemupukan nitrogen dan tahun tanam disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Thermal Unit (hari⁰C) fase perkembangan tanaman kelapa sawit

Tahun tanam/ Perlakuan	Thermal unit fase perkembangan (hari ⁰ C)			
	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
1992				
N0	160.7	2600.6	485.0	1961.3
N1	152.0	2344.4	479.4	1853.3
N2	163.8	2433.4	500.6	1853.3
Rata-rata	158.8	2459.5	488.3	1889.3
1994				
N0	150.0	2367.2	613.0	1816.5
N1	133.9	2312.1	582.6	1776.5
Rata-rata	142.0	2339.7	597.8	1796.5

Keterangan :

- Fase 1 = Periode kuncup daun sampai pelepah daun sempurna
- Fase 2 = Periode pelepah daun sampai kuncup bunga
- Fase 3 = Periode kuncup bunga sampai bunga mekar (anthesis)
- Fase 4 = Periode bunga mekar sampai matang fisiologis (panen)

Struktur Model

Model fenologi yang disusun pada dasarnya tidak berdiri sendiri, tapi merupakan sub model dari model tanaman kelapa sawit (sub model fenologi, pertumbuhan, neraca air serta neraca nitrogen).

Paramaterisasi dan Masukan Model

Penentuan nilai parameter merupakan suatu hal penting dalam menjalankan model simulasi tanaman. Parameter tersebut diperlukan pada setiap sub model dan bersifat konstan. Nilai parameter tersebut diturunkan dari hasil penelitian lapang. Untuk mengetahui keberhasilan

parameterisasi dapat terlihat dari hasil pengujian ketepatan model. Nilai dan jenis parameter hasil penurunan dari penelitian lapang tersebut disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai-nilai parameter model yang digunakan selama menjalankan model simulasi fenologi tanaman kelapa sawit

Nomor	Sub Model	Parameter	Symbol	Satuan	Nilai
1	Cuaca*	Lintang	lat	derajat (°)	-5.17
		Tetapan phi	pi		3.14
		Tetapan Psikrometer	gamma	Pa/°C	66.1
		Massa Jenis Udara	dair	kg/m ³	1.204
		Panas Laten Penguapan (v)	lhv		2.454
		Kapasitas Panas (v)	cp		1010
		Albedo	alb		0.18
2	Perkembangan				
		Thermal Unit Pelepah	TU _{plp}	hari °C	159
		Thermal Unit Kuncup Bunga	TU _{kcb}	hari °C	2459
		Thermal Unit Anthesis	TU _{anth}	hari °C	488
		Thermal Unit Panen	Tupanen	hari °C	1889
		Suhu Dasar **	T _b	°C	15

Keterangan :

* Handoko (1996); ** Henry dalam Hartley (1988)

Masukan yang digunakan dalam model fenologi tanaman kelapa sawit adalah peubah cuaca dan keadaan awal (inisialisasi) tanaman dan tanah. Peubah cuaca yang merupakan masukan model meliputi, curah hujan (mm hari⁻¹), suhu udara rata-rata harian (°C hari⁻¹), radiasi surya (MJ m⁻²), kelembaban relatif udara harian (% hari⁻¹), dan kecepatan angin harian (km hari⁻¹).

Model fenologi tanaman yang telah disusun dikalibrasi pada tanaman kelapa sawit yang telah menghasilkan (umur 7 - 8 tahun) dan yang baru menghasilkan tahun pertama (umur 5 - 6 tahun) dengan resolusi waktu harian.

Pengujian Model

Pengujian model dilakukan untuk mengetahui kepekaan model dalam menerangkan mekanisme fase perkembangan tanaman. Keluaran model disajikan dalam bentuk grafik, yang dihasilkan atas masukan data cuaca selama penelitian berlangsung (Januari 1999 – Mei 2000). Keluaran model yang merupakan nilai prediksi kemudian dibandingkan terhadap hasil pengukuran atau pengamatan yang dilakukan di lapang. Pengujian kecocokan model dilakukan dengan cara uji t berpasangan.

Uji t berpasangan digunakan untuk menguji kecocokan model, apabila hasil uji t menunjukkan hasil tidak berbeda nyata maka parameter model yang digunakan (*Thermal Unit*) akan konstan terhadap peubah lain selain suhu. Peubah keluaran model perkembangan tanaman yang dibandingkan terhadap data pengukuran meliputi periode fase pembentukan pelepah, fase pembentukan kuncup bunga, fase bunga mekar (anthesis), fase pembentukan buah mulai dari anthesis sampai panen, emisi pelepah dan total bunga.

Tampilan model perkembangan fase kuncup daun sampai fase matang fisiologis (panen) disajikan pada Gambar 4. Gambar 4 menunjukkan bahwa model dapat memprediksi periode fase perkembangan tanaman kelapa sawit mulai dari pembentukan pelepah daun sampai pembentukan

buah (panen) sesuai dengan hasil pengamatan di lapang. Hasil uji t memperlihatkan tidak ada perbedaan yang nyata antara pengukuran dan prediksi model (Tabel 6).

Tabel 6. Prediksi model dan pengukuran fase fenologi tanaman kelapa sawit tahun tanam 1992 dan 1994

TT. 1992	Model (Hari)	Pengukuran (Hari)	T hit	T 0.05	Ket.
Fase 1	14.7	14.4 ± 1.9	0.49	2.26	tn
Fase 2	221	216 ± 7.6	1.95	2.26	tn
Fase 3	43.7	42.3 ± 5.5	0.78	2.26	tn
Fase 4	168	165 ± 9.6	1.09	2.26	tn
TT. 1994					
Fase 1	12.7	13.0 ± 1.6	0.52	2.26	tn
Fase 2	211	210 ± 6.2	0.61	2.26	tn
Fase 3	53.3	48.5 ± 7.0	1.92	2.26	tn
Fase 4	161	159 ± 8.3	0.69	2.26	tn

Keterangan :

Fase 1 = Periode kuncup daun sampai pelepah daun sempurna

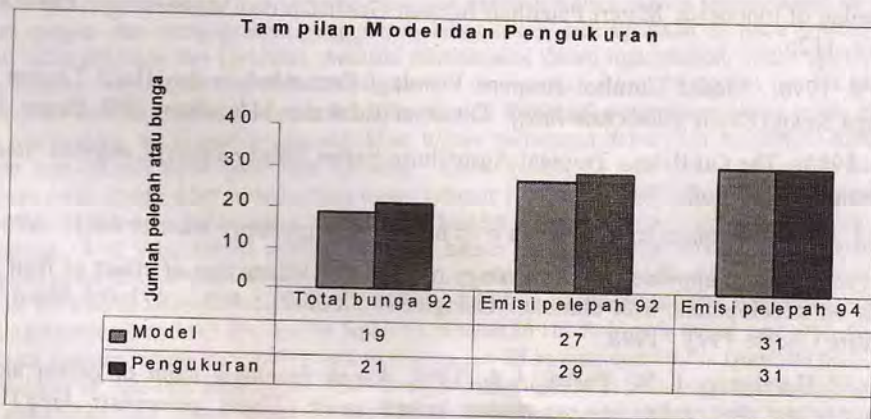
Fase 2 = Periode pelepah daun sampai kuncup bunga

Fase 3 = Periode kuncup bunga sampai bunga mekar (anthesis)

Fase 4 = Periode bunga mekar sampai matang fisiologis (panen)

tn = tidak nyata

Tampilan model pendugaan emisi pelepah dan total tandan bunga disajikan pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2 hasil keluaran model yang diperoleh menunjukkan bahwa model mampu memprediksi jumlah pelepah kumulatif (emisi pelepah) yang diproduksi selama setahun pengamatan seperti hasil pengukuran lapang. Produksi total tandan bunga kelapa sawit tahun tanam 1992 juga menunjukkan dugaan yang sesuai dengan pengukuran lapang.



Gambar 2. Tampilan model dan pengukuran emisi pelepah dan total tandan bunga kelapa sawit tahun tanam 1992

KESIMPULAN

1. Jumlah pelepah kumulatif (emisi pelepah), laju pertambahan pelepah, seks rasio dan periode antara fase perkembangan tanaman tidak berbeda nyata ($P > 0.05$) dipengaruhi oleh pemupukan nitrogen.
2. Perhitungan *thermal unit* tidak dipengaruhi oleh pemupukan nitrogen sehingga periode antar fase perkembangan tanaman kelapa sawit dapat diduga berdasarkan parameter *thermal unit* tersebut.
3. Model perkembangan tanaman yang disusun mampu mensimulasi dan menggambarkan perkembangan tanaman seperti yang ditunjukkan oleh hasil pengamatan lapang. Hasil uji t menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata ($P > 0.05$) antara model dan pengukuran lapang.

DAFTAR PUSTAKA

- Broekmans, A.F. 1957. Growth flowering and yield of the oil palm in Nigeria. J. West Africa. Oil Palm Res. 2: 187 : 220.
- Corley, R.H.V. and B.S. Gray. 1976. Growth and morphology. In R.H.V Corley, JJ. Hardon, and B.J. Wood (Ed) Oil Palm Research. Elsevier, Amsterdam. p. 77-85.
- Corley, R.H.V. 1976. Inflorescence abortion and sex differentiation. p. 37-55. In R.H.V. Corley, JJ. Hardon, and B.J. Wood (Ed) Oil Palm Research. Elsevier, Amsterdam.
- de Wit.C.T. 1982. Simulation of living system. In Penning de Vries, F.W.T. and H.H. Van Laar (Ed) Simulation of plant growth and crop production. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen. p. 3 – 8
- Direktorat Jenderal Perkebunan (Ditjenhutbun). 1998. Statistik Perkebunan Indonesia 1997 – 1999. Dephutbun, Jakarta.
- Handoko, I. 1996. Analisis Sistem dan Model Simulasi Komputer Untuk Perencanaan Pertanian di Indonesia. Materi Pelatihan Jurusan Geofisika dan Meteorologi, FMIPA, IPB Bogor. 112p.
- Harahap, I.Y. 1998. Model Simulasi Respons Fisiologi Pertumbuhan dan Hasil Tandan Buah Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq). Disertasi (tidak dipublikasikan). IPB. Bogor. 155p.
- Hartley, W. 1988. The Oil Palm. Tropical Agriculture Series (third edition) Longman Scientific Technical. New York. 761p.
- Monteith, J.L. 1996. The quest for balance in crop modeling. Agronomy Journal. 88(5) : 695-697.
- Ong, H.T. 1983. System approach to climatology of oil palm. Interaction of effect of fruit bunch loads on development with climate. Oleagineux 38 (8-9) : 469 – 473 Oil Word. 1998. Statistic Update 1993 - 1998.
- Poeloengan, Z., Harahap, I. Y., Purba, A.R. 1996. Aspek fenologis daun di dalam aktivitas pertumbuhan dan perkembangan tandan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Jurnal Penelitian Kelapa Sawit. 4 (2): 59-67.
- 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 - 224.