WARTA PPKS 1999, Vol. 7(3): 125-132

ANALISIS DAMPAK KEBAKARAN HUTAN TERHADAP PRODUKSI KELAPA SAWIT DENGAN PENDEKATAN MODEL SIMULASI

I. Yani Harahap dan Suroso Rahutomo

ABSTRAK

Musim kering yang panjang akibat fenomena el Nino *diduga telah mengakibatkan beberapa peristiwa kebakaran hutan di Indonesia, yang dampaknya dapat mempengaruhi pengusahaan budidaya kelapa sawit, terutama dalam hubungannya dengan pencapaian tingkat produksi. Analisis pengaruh kebakaran hutan terhadap pencapaian produksi perlu dilakukan untuk mengantisipasi penurunan produksi akibat kebakaran hutan tersebut. Makalah ini bertujuan manganalisis dampak perubahan penerimaan radiasi surya dan suhu udara akibat kebakaran hutan terhadap produksi kelapa sawit. Analisis berdasarkan pemodelan tanaman kelapa sawit melalui eksperimentasi semu (*quasi experimental*) berupa perlakuan skenario. Perlakuan skenario meliputi tingkat kebakaran hutan (ringan, sedang, dan berat) dengan lama periode pengotoran atmosfer pendek, sedang, dan panjang.Hasil analisis menunjukkan bahwa dampak pengotoran atmosfer oleh partikel asap yang menurunkan intensitas radiasi surya dan meningkatkan suhu udara menyebabkan penurunan aktivitas fotosintesis kelapa sawit yang selanjutnya berpengaruh terhadap penurunan hasil asimilat bersih, produksi bahan kering serta produksi bobot kering tandan buah. Kebakaran hutan pada tingkat ringan, sedang, dan tinggi masing-masing menurunkan produksi bobot kering tandan buah sebesar 4 – 5 %, 7 – 10 %, dan 8 – 12 %.*

Kata kunci : kelapa sawit, kebakaran hutan, radiasi surya, suhu udara

PENDAHULUAN

Musim kering yang panjang akibat fenomena *el Nino* diduga telah mengakibatkan beberapa peristiwa kebakaran hutan di Indonesia. Menurut Handoko (3), pusat terbentuknya e*l Nino* terjadi di daerah tropika, tepatnya di lautan Pasifik bagian tengah hingga timur. Pengaruhnya hampir ke seluruh permukaan bumi, di beberapa bagian bumi terjadi musim kering yang panjang sementara di beberapa bagian bumi lainnya terjadi hujan besar bahkan terjadi banjir.

Fenomena *el Nino* pada abad 20 telah terjadi sebanyak 20 kali. Badan Meteorologi dan Geofisika Indonesia (1) menyebutkan bahwa selama 30 tahun terakhir, terjadi 6 kali fenomena *el Nino* dengan durasi yang berbeda. Periode kekeringan terlama akibat *el Nino* terjadi pada 1939-1942, yaitu 33 bulan. Fenomena *el Nino* terakhir terjadi pada 1997-1998 yang berlangsung selama 14 bulan. Selain mengakibatkan musim kering yang panjang, fenomena *el Nino* terakhir ini diduga telah mengakibatkan peristiwa kebakaran hutan di beberapa wilayah Indonesia, misalnya kebakaran hutan seluas 11.880 ha di Riau dan Sumatera bagian selatan.

Dampak kebakaran hutan selain menurunkan kualitas dan luasan sumberdaya hutan secara langsung, juga berdampak pada degradasi kualitas lingkungan.

Asap yang ditimbulkan oleh peristiwa kebakaran hutan di wilayah Indonesia telah menutupi sebagian lapisan atmosfer di Indonesia maupun negara-negara tetangga. Akumulasi partikel-partikel asap (*haze*) tersebut akan mengurangi radiasi matahari yang dapat diteruskan ke bumi serta menimbulkan efek rumah kaca. Meskipun terjadi peningkatan konsentrasi CO_2, namun penurunan jumlah radiasi surya serta peningkatan suhu udara akibat efek rumah kaca akan menyebabkan penurunan aktivitas fotosintesis tumbuhan. Penurunan aktivitas fotosintesis sebagai dampak akumulasi *haze* perlu mendapat perhatian di perkebunan kelapa sawit, mengingat perubahan iklim global dewasa ini diduga mengakibatkan fenomena *el Nino* berikut dampak ikutannya akan lebih sering terjadi.

Pada kondisi normal, radiasi matahari yang berkekuatan 13,97 MJ m^{-2} $hari^{-1}$, akan sampai ke permukaan daun hanya dengan kekuatan ± 9,36 MJ m^{-2} $hari^{-1}$ dan dari kekuatan tersebut hanya cahaya pada panjang gelombang 400-700 nm saja (44% dari 9,36 MJ m^{-2} $hari^{-1}$) yang berpengaruh terhadap fotosintesis. Selanjutnya dari energi yang masuk ke daun, hanya 5% saja yang dapat dipindahkan ke tanaman sebagai hasil fotosintesis (8). Kelapa sawit memerlukan penyinaran 2000 jam/tahun, sehingga jika terjadi akumulasi *haze* selama 60 hari, maka penyinaran akan berkurang ± 300 jam atau 15% (7).

Dampak perubahan radiasi surya dan suhu udara akibat akumulasi *haze* terhadap produksi kelapa sawit dapat diprediksi dengan baik jika proses-proses dalam sistem produksi kelapa sawit dianalisis secara kuantitatif dan dinamis menurut waktu. Model dinamis tanaman merupakan alat analisis kuantitatif sekaligus sintesis hasil-hasil penelitian lapang (2). Model ini digunakan untuk menjelaskan proses yang berdimensi waktu dalam suatu sistem pertanaman pada berbagai tingkat kompleksitas dan bersifat fleksibel di dalam sintesis pengetahuan karena dapat menerangkan keluaran *(output)* sistem atas masukan *(input)* sistem yang berupa faktor-faktor lingkungan. Kelebihan dari model dinamis ini adalah (1) dapat diterapkan secara luas sehingga menghemat biaya penelitian dan waktu, (2) memiliki kemampuan prediksi karena menggunakan analisis kuantitatif dan (3) dapat digunakan sebagai dasar penerapan pengelolaan karena sifatnya yang dapat menjelaskan proses. Pendekatan eksperimentasi pada makalah ini menggunakan eksperimentasi semu, yaitu dalam bentuk perlakuan skenario untuk mensimulasi masukan model dan menganalisis pengaruhnya terhadap keluaran model.

BAHAN DAN METODE

Analisis dampak perubahan penerimaan radiasi surya dan suhu udara sebagai akibat kebakaran hutan terhadap produksi kelapa sawit dilakukan melalui eksperimentasi semu (*quasi experimental*) yaitu perlakuan skenario kebakaran hutan melalui pemodelan tanaman dan karena keterbatasan data produksi hasil pengamatan langsung, maka keluaran model tidak divalidasi, sehingga analisis mutlak dilakukan berdasarkan data keluaran model. Model yang digunakan dalam analisis ini adalah model simulasi kelapa sawit yang dikembangkan oleh Harahap (4). Model tersebut memiliki 3 submodel yang saling berinteraksi, yaitu (1) fenologi, (2) pertumbuhan tanaman dan (3) neraca air. Masukan (*input*) model yang diperlukan adalah data peubah unsur cuaca harian, yang terdiri dari : curah hujan, intensitas radiasi surya, suhu udara, kelembaban relatif

udara, dan kecepatan angin. Keluaran modelnya adalah pertumbuhan dan hasil tanaman kelapa sawit bulanan serta keadaan kuantitatif komponen penyusun neraca air harian. Perubahan suhu udara dan penerimaan intensitas radiasi surya di puncak kanopi tanaman akibat kebakaran hutan akan direspon dalam ketiga sub-model tersebut dan pada akhirnya mempengaruhi keluaran model yang berupa pertumbuhan dan hasil kelapa sawit.

Asumsi yang digunakan untuk menganalisis dampak kebakaran hutan terhadap produksi kelapa sawit adalah: (1) tanaman dalam masa umur produktif (7 – 10 tahun), yang tumbuh pada kelas lahan I, (2) kondisi tanaman dalam keadaan sehat sebelum mengalami cekaman perubahan atmosfer akibat kebakaran hutan, dan (3) selain suhu udara dan penerimaan radiasi surya, maka faktor-faktor lingkungan lainnya bukan merupakan faktor pembatas, sehingga masukan data faktor-faktor tersebut dikondisikan normal.

Perlakuan skenario didasarkan pada pengamatan empiris terjadinya kebakaran hutan di wilayah Riau dan Sumatera bagian selatan, yang mengakibatkan pengotoran atmosfer oleh partikel asap (*haze*), sehingga mengurangi penerimaan radiasi surya di permukaan bumi dan meningkatkan suhu udara. Secara tentatif perlakuan skenario ditetapkan atas 2 (dua) faktor yaitu tingkat kebakaran dan lama periode kebakaran. Tingkat kebakaran terdiri dari ringan (K_1), sedang (K_2), dan tinggi (K_3). Lama periode pengotoran atmosfer terdiri dari pendek (P_1), sedang (P_2), dan panjang (P_3). Kombinasi masing-masing perlakuan tersebut adalah sebagai berikut (Tabel 1).

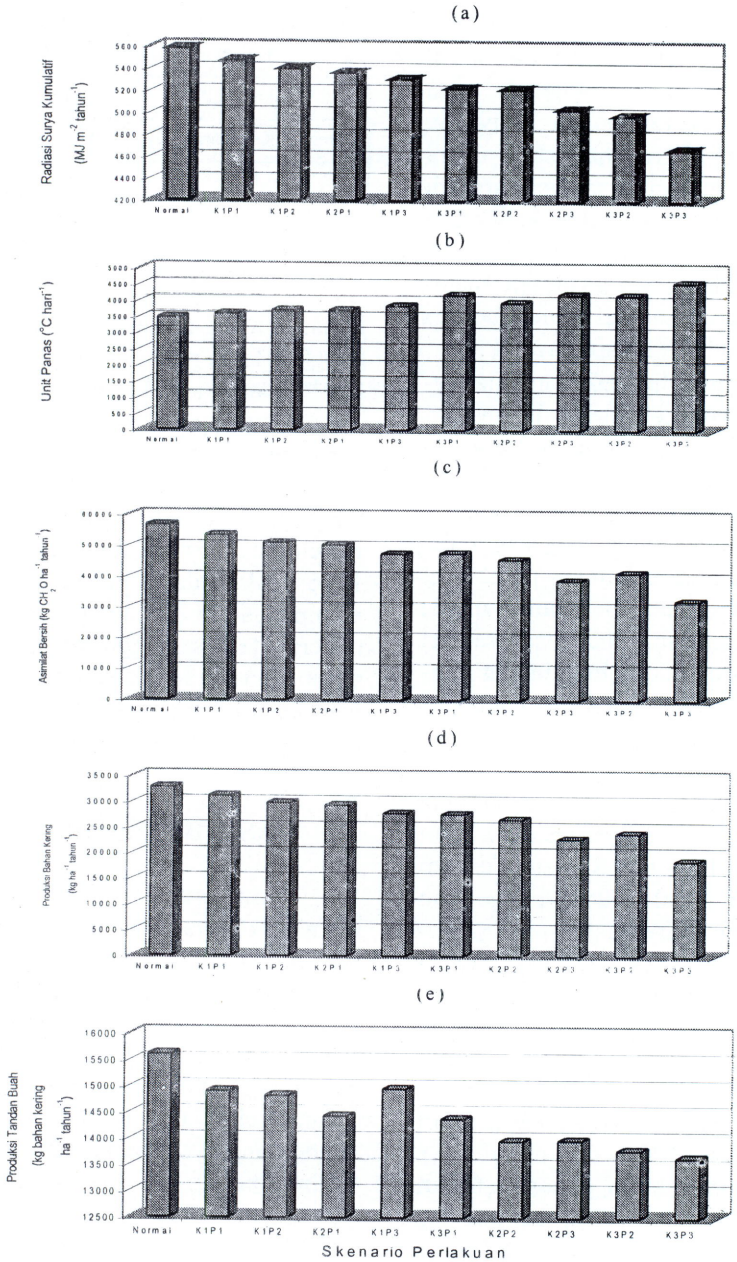
Tingkat kebakaran K_1, K_2, dan K_3 diskenariokan akan mengurangi penerimaan radiasi surya masing-masing 15, 30, dan 45 % dan meningkatkan suhu udara harian masing-masing 2, 4, dan 6 °C. Sedangkan lama periode pengotoran atmosfer P_1, P_2, dan P_3 diskenariokan berlangsung masing-masing selama 2, 4, dan 6 bulan. Data dasar yang akan diskenariokan berasal dari data cuaca aktual harian pada 1996, yang diperoleh dari stasiun cuaca Balai Penelitian Marihat, Sumatera Utara. Pada 1996 tidak terdapat kebakaran hutan yang mempengaruhi kondisi atmosfer di Sumatera Utara, sehingga data pada tahun tersebut dapat dijadikan data dasar untuk menskenariokan terjadinya dampak kebakaran hutan terhadap perubahan atmosfer.

Tabel 1. Kombinasi perlakuan skenario kebakaran hutan

Faktor K/P	Lama Kebakaran (P)		
Tingkat Kebakaran (K)	P_1	P_2	P_3
K_1	$K_1 P_1$	$K_1 P_2$	$K_1 P_3$
K_2	$K_2 P_1$	$K_2 P_2$	$K_1 P_3$
K_3	$K_3 P_1$	$K_3 P_2$	$K_1 P_3$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil simulasi beberapa skenario dampak kebakaran hutan terhadap pertumbuhan dan produksi kelapa sawit hasil keluaran model menunjukkan adanya kecenderungan penurunan produksi bobot kering tandan buah sebagai akibat penurunan intensitas radiasi surya dan peningkatan suhu udara (Gambar 1). Kecenderungan yang sama nampak pada hasil asimilat bersih dan produksi bahan kering. Peningkatan radiasi surya diikuti peningkatan produksi bahan kering dan produksi bobot kering tandan buah (Gambar 2a dan 2b), sebaliknya peningkatan unit panas diikuti penurunan produksi bahan kering dan produksi bobot kering tandan buah (Gambar 3a dan 3b).



Gambar 1. Hasil simulasi beberapa skenario dampak kebakaran hutan terhadap penerimaan radiasi surya di permukaan tanaman (a), unit panas (b), produksi asimilat bersih (c), produksi bahan kering (d), dan produksi tandan buah kelapa sawit dalam periode satu tahun yang–sama (e)

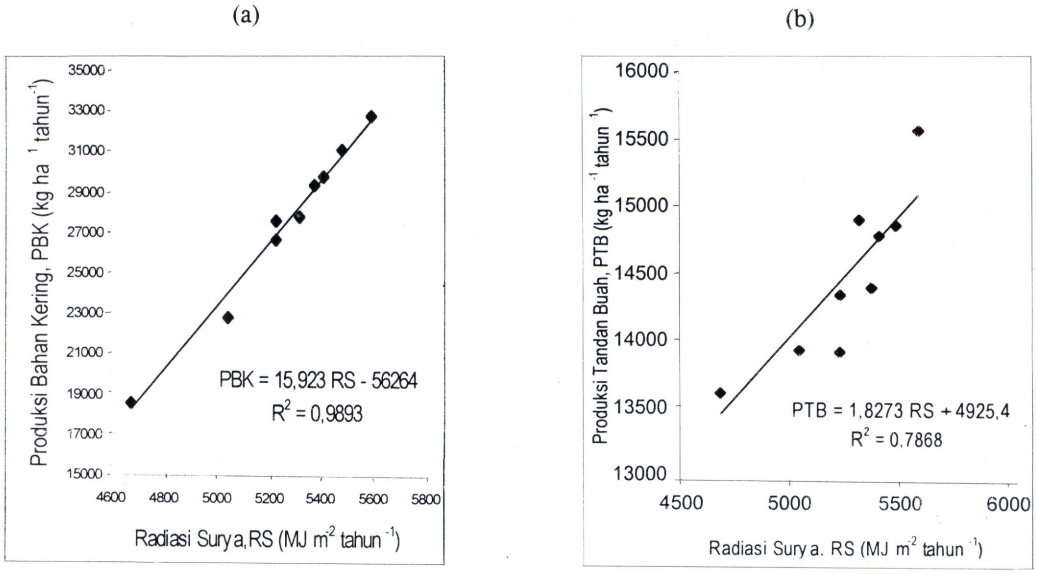
Pada Gambar 2a, produksi bahan kering cenderung meningkat sehubungan dengan peningkatan radiasi surya. Hal ini disebabkan oleh peningkatan laju fotosintesis sebagai respon terhadap peningkatan intensitas radiasi surya kumulatif. Laju fotosintesis kelapa sawit daun tunggal akan mencapai maksimum pada intensitas radiasi surya sekitar 240 J m^{-2} s^{-1} (Gambar 4). Pada intensitas radiasi surya rendah, respon aktivitas fotosintesis menurun. Pengotoran atmosfer oleh partikel asap sebagai dampak kebakaran hutan dapat menjadi salah satu penyebab rendahnya penerimaan radiasi surya oleh tajuk tanaman. Sehingga intensitas radiasi surya yang mencapai permukaan daun relatif rendah dan akan menyebabkan penurunan produksi bahan kering akibat terganggunya aktivitas fotosintesis.

Di samping aktivitas fotosintesis, produksi bahan kering juga berkaitan erat dengan kondisi suhu lingkungan tanaman kelapa sawit, terutama perannya dalam mengendalikan laju respirasi. Kelapa sawit termasuk tanaman pengkonsumsi asimilat hasil fotosintesis yang tinggi untuk respirasi tanaman. Laju respirasi tersebut menggunakan sekitar 79,2 % perolehan asimilat hasil fotosintesis (4). Hal tersebut berhubungan dengan keragaan kelapa sawit yang relatif besar (tanaman tahunan), sehingga energi yang diperlukan untuk memper-tahankan struktur tubuhnya menjadi besar. Mc Cree (5,6) menyatakan bahwa laju respirasi meningkat dengan meningkatnya suhu lingkungan tanaman. Setiap peningkatan suhu lingkungan setinggi 10 °C, maka laju respirasi akan meningkat 2 (dua) kali lipat. Hal tersebut akan menyebabkan porsi asimilat untuk pertumbuhan menjadi berkurang.

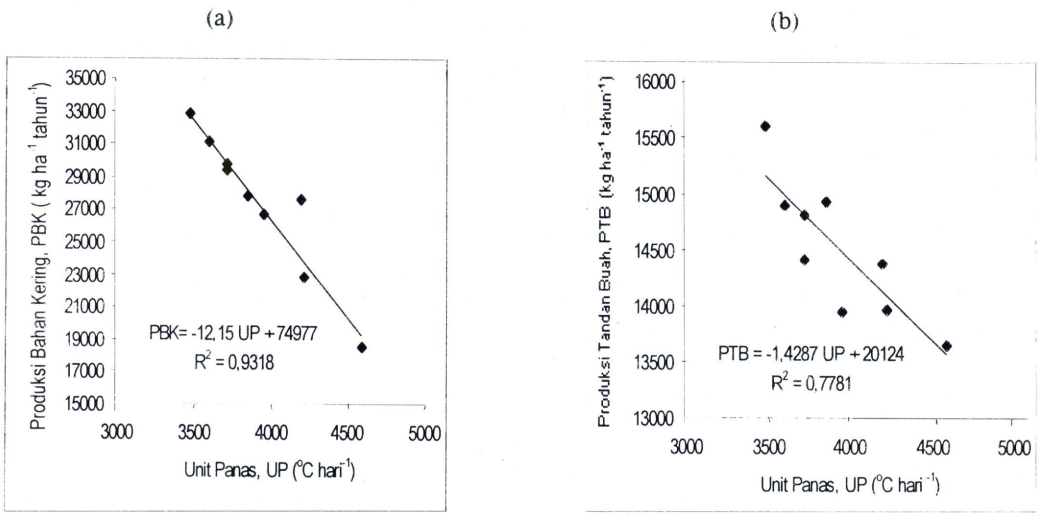
Produksi bobot kering tandan buah diduga lebih dipengaruhi oleh interaksi antara radiasi surya kumulatif dibandingkan pengaruh faktor tersebut secara tunggal. Sebagai contoh, produksi bobot kering tandan buah pada skenario perlakuan K_1P_3 (tingkat radiasi surya kumulatif sekitar 5300 MJ m^{-2} $tahun^{-1}$ dan unit panas sekitar 3750 °C $hari^{-1}$) relatif lebih tinggi dibanding K_2P_1 (tingkat radiasi surya kumulatif sekitar 5350 MJ m^{-2} $tahun^{-1}$ dan unit panas sekitar 3650 °C $hari^{-1}$) maupun K_3P_1 (tingkat radiasi surya kumulatif sekitar 5200 MJ m^{-2} $tahun^{-1}$ dan unit panas sekitar 4050°C $hari^{-1}$).

Tingkat kebakaran yang terjadi diduga lebih berpengaruh terhadap penurunan produksi bobot kering tandan buah dibandingkan lama periode pengotoran atmosfer. Hal ini berhubungan dengan unit peningkatan unit panas yang akan mempercepat proses pematangan buah. Pada kondisi tersebut, buah menjadi lebih cepat matang meskipun perkembangannya belum sempurna. Rerata bobot tandan yang dihasilkan akan lebih rendah dibanding kondisi normal dan selanjutnya menurunkan produksi tandan buah per hektar.

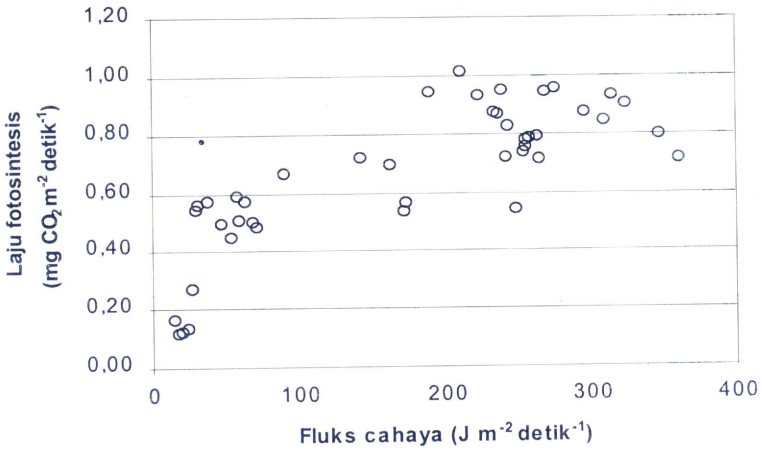
Prediksi penurunan produksi bobot kering tandan buah sebagai dampak dari penurunan intensitas radiasi surya dan peningkatan suhu udara bervariasi antara 4,29 – 12,58% (Tabel 2). Penurunan ini terjadi pada tahun yang sama dengan saat terjadinya pengotoran atmosfer oleh *haze*. Diduga penurunan produksi bobot kering tandan buah juga tetap terjadi paling tidak dua tahun berikutnya.



Gambar 2. Hasil simulasi pengaruh radiasi surya terhadap produksi bahan kering (a) dan produksi bobot kering tandan buah kelapa sawit (b)



Gambar 3. Hasil simulasi pengaruh unit panas terhadap produksi bahan kering (a) dan produksi bobot kering tandan buah kelapa sawit (b)



Gambar 4. Respon laju fotosintesis terhadap intensitas cahaya spektrum radiasi fotosintesis aktif

Tabel 2. Prediksi penurunan produksi bobot kering tandan untuk setiap skenario

Skenario	Produksi bobot kering tandan (ton ha^{-1} $tahun^{-1}$)	Penurunan (%)
Normal	15,60	0
K_1P_1	14,89	4,55
K_1P_2	14,81	5,06
K_1P_3	14,93	4,29
K_2P_1	14,42	7,56
K_2P_2	13,95	10,58
K_2P_3	13,96	10,51
K_3P_1	14,37	7,88
K_3P_2	13,78	11,67
K_3P_3	13,64	12,56

KESIMPULAN

Kebakaran hutan akan menimbulkan dampak pengotoran atmosfer oleh partikel asap yang akan menurunkan intensitas radiasi surya serta meningkatkan suhu udara. Hal ini akan menurunkan aktivitas fotosintesis pada kelapa sawit yang selanjutnya berpengaruh terhadap penurunan hasil asimilat bersih, produksi bahan kering serta produksi bobot kering tandan buah. Hasil analisis menunjukkan bahwa kebakaran hutan pada tingkat ringan, sedang, dan tinggi masing-masing menurunkan produksi bobot kering tandan buah sebesar 4 – 5 %, 7 – 10 %, dan 8 – 12 %.

DAFTAR PUSTAKA

1. BADAN METEOROLOGI dan GEOFISIKA. 1997. _____. Departemen Perhubungan, Jakarta.
2. HANDOKO. 1992. Dasar penyusunan dan aplikasi model simulasi komputer untuk pertanian. Jurusan Geofisika dan Meteorologi, FMIPA, IPB, Bogor. 112p.
3. HANDOKO 1993. Klimatologi dasar - landasan pemahaman fisika atmosfer dan unsur-unsur iklim. Jurusan Geofisika dan Meteorologi, FMIPA, IPB, Bogor.117p.
4. HARAHAP, I. Y. 1998. Model simulasi respon fisiologi pertumbuhan dan hasil tandan buah kelapa sawit *(Elaeis guineensis* Jacq.) Disertasi Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.

5. Mc CREE, K. J. 1970. En equation for rate of respiration of white clover plants grown under controlled conditions. In Prediction and Measurement of Photosynthetic Productivity. Proc. Technical Meeting, Trebon, PUDOC, Wageningen. p:221-229.

6. Mc CREE, K. J. 1974. Equations for the rate of dark respiration of white clover and grain sorghum, as function of dry weight, photosyntehetic rate, and temperature. Crop. Sci. 14:509 –514.

7. PAMIN, K., T. HUTOMO, E. SYAMSUDIN dan Y. T. ADIWIGANDA. 1997. Upaya penanggulangan dampak kekeringan dan kebakaran pada tanaman kelapa sawit. PPKS – GAPKI, Medan.

8. SALISBURY and ROSS. 1978. Plant physiology. 2th edition. Wadsworth, Publishing Co, Inc., California.