

Peramalan Produksi Kelapa Sawit menggunakan Peubah Agroekologi di Kalimantan Selatan

Estimation of Oil Palm Production using Agroecological Data in South Kalimantan

Edi Santosa^{1*}, Hari Sulisty¹, dan Iwan Dharmawan²

¹Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor (Bogor Agricultural University), Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia
²PT Ladangrumpun Suburabadi, Kec. Angsana, Kab. Tanah Bumbu 72276, Kalimantan Selatan

Diterima 4 Mei 2011/Disetujui 3 Oktober 2011

ABSTRACT

Estimation on oil palm production is important for company planning. However, there are only few studies have been conducted in Kalimantan. The objective of the study was to identify agronomic and agroecological factors determined production of oil palm in Kalimantan. The study was conducted at PT Ladangrumpun Suburabadi, Minamas Plantation Angsana Estate, Tanah Bumbu District, South Kalimantan, Indonesia from February 15 to June 15, 2010. Data were collected from the company, government institutions and interviews with the company staffs. Results showed that seven parameters significantly determined estimation of oil palm production. Out of 18 possible linier models, 6 models showed good fit as predictor. The best modeling as predictor was determined by current plant age (in months), fertilizer application at 18 months before harvest (MBH), relative air humidity at 6 MBH (%), light intensity at 18 MBH (%), rainfall at 6 MBH (mm), level of water deficit at 24 MBH (mm) and number rainy day at 18 MBH (days). It was expressed in equation $Y = 3.15 + 0.010 \text{ age} - 0.016 \text{ fertilizer} - 0.016 \text{ light intensity} - 0.005 \text{ water deficit} - 0.015 \text{ number of rainy day}$. This finding implies that recording data of agronomic and ecological factors are important for production estimation. Eventhough the model is best fit to the study site, however, it needs further verification when applied in larger area of the other sites in Kalimantan.

Keywords: agronomic factors, Elaeis guineensis, linier regression, modeling, production estimation

ABSTRAK

Peramalan produksi kelapa sawit penting dilakukan untuk perencanaan dalam perusahaan perkebunan. Namun demikian, studi peramalan produksi kelapa sawit berbasis data di Kalimantan masih relatif terbatas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi faktor agronomi dan agroekologi yang menjadi faktor pembatas pertumbuhan kelapa sawit di Kalimantan. Penelitian dilaksanakan di PT Ladangrumpun Suburabadi, Perkebunan Minamas di blok Angsana, Kabupaten Tanah Bumbu, Kalimantan Selatan, Indonesia pada 15 Februari-15 Juni 2010. Data dikumpulkan dari arsip perusahaan, lembaga pemerintah dan observasi di lapangan termasuk wawancara dengan karyawan perusahaan. Hasil menunjukkan terdapat tujuh parameter yang nyata menentukan peramalan produksi kelapa sawit. Dari 18 model linier yang mungkin, terdapat 6 model terbaik sebagai prediktor. Model terbaik tersebut ditentukan oleh umur tanaman (dalam bulan), adanya pemberian pupuk pada 18 bulan sebelum dipanen (MBH), kelembaban udara pada 6 MBH (%), intensitas cahaya matahari pada 18 MBH (%), curah hujan pada 6 MBH (mm), tingkat defisit air pada 24 MBH (mm), dan jumlah hari hujan pada 18 MBH (hari). Model terbaik tersebut ditunjukkan dengan persamaan $Y = 3.15 + 0.010 \text{ umur} - 0.016 \text{ pupuk} - 0.016 \text{ intensitas cahaya} - 0.005 \text{ defisit air} - 0.015 \text{ jumlah hari hujan}$. Temuan ini berimplikasi pada perlunya pencatatan data agronomi dan ekologi secara baik untuk keperluan peramalan produksi. Model tersebut akurat untuk lokasi studi, namun demikian, perlu investigasi lebih mendalam terkait adanya peubah lain yang mungkin berperan jika model tersebut akan diterapkan secara umum di Kalimantan.

Kata kunci: Elaeis guineensis, faktor agronomi, model, peramalan produksi, regresi linier

PENDAHULUAN

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan komoditas perkebunan utama di Indonesia yang

pengembangannya sangat ekstensif. Hingga 2009, luas areal telah lebih dari 7 juta ha yang tersebar di seluruh pulau besar di Indonesia seperti Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Papua, dan Jawa. Ekspor Indonesia untuk produk kelapa sawit berupa CPO dan produk turunannya mencapai lebih dari 18.1 juta ton pada tahun 2008 dan menghasilkan devisa lebih dari US\$14 milyar (Ditjenbun, 2009).

* Penulis untuk korespondensi. e-mail: editodai@yahoo.com

Seiring dengan upaya peningkatan produksi, perusahaan perkebunan juga berupaya meningkatkan efisiensi produksi agar harga produk sawit lebih kompetitif. Salah satu dasar penyusunan kebijakan efisiensi adalah proyeksi penerimaan. Proyeksi penerimaan sebagai turunan dari ramalan produksi, menjadi dasar dalam proyeksi keuntungan, proyeksi biaya dan kebijakan bisnis lainnya. Estimasi produksi mempengaruhi kegiatan operasional dan penjadwalan produksi perusahaan, seperti jumlah tenaga kerja panen, penyediaan peralatan panen, pemupukan, dan kebutuhan kendaraan untuk pengangkutan hasil. Oleh karena itu, memperoleh estimasi produksi yang akurat penting dilakukan.

Akurasi peramalan sangat ditentukan oleh parameter yang digunakan. Prasetyo (2009) menggunakan data curah hujan untuk meramal produksi kelapa sawit di kebun Kumai, Kalimantan Tengah, simpangan peramalan adalah sebesar 22%. Di kebun Besar Angsana, pada tahun 2010 diketahui bahwa peramalan meleset hingga 20-50%. Harahap *et al.* (2007) menyatakan bahwa fluktuasi musim hujan dan musim kering dapat menyebabkan fluktuasi produksi bulanan yang sulit untuk diprediksi.

Secara umum, produktivitas kelapa sawit dipengaruhi oleh faktor lingkungan, faktor genetik dan teknik budidaya. Faktor yang telah spesifik mempengaruhi hasil panen kelapa sawit antara lain: asal tanaman (Hetharie *et al.*, 2007), genotipe (Palupi dan Dedywiryanto, 2008), intensitas sinar matahari (Van Kraalingen *et al.*, 1989), curah hujan (Corley dan Gray, 1976; Siregar *et al.*, 2006), kesesuaian musim (Subronto *et al.*, 1987; Harahap *et al.*, 2007), ketersediaan air (Mangoensoekarjo dan Semangun, 2007; Harahap *et al.*, 2007), sejarah pengelolaan tanaman (Siregar *et al.*, 2006), populasi (Corley dan Mok, 1973), umur tanaman (Lubis, 2008), pemupukan (Corley dan Mok, 1972; Poeloengan *et al.*, 2007), kesesuaian lahan (Pangudijatno *et al.*, 1985; Adiwiganda *et al.*, 1991; Harahap *et al.*, 2007), dan pengendalian hama, penyakit dan gulma (Mangoensoekarjo dan Semangun, 2007). Akibat kesalahan pemupukan, misalnya, produksi tandan buah segar (TBS) turun hingga 13% (Mangoensoekarjo dan Semangun, 2007). Namun peramalan yang mengkombinasikan faktor-faktor tersebut secara integratif masih relatif terbatas. Syukur dan Lubis (1989) menggunakan pertumbuhan bunga untuk meramal produksi sawit jangka pendek, sedangkan Handoko dan Koesmaryono (2005) meramal produktivitas tanaman berdasarkan kesesuaian iklim. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui parameter agronomi dan lingkungan yang berpengaruh terhadap peramalan produksi TBS di Kalimantan Selatan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di PT. Ladangrumpun Suburabadi, Angsana Estate (15 m dpl), Minamas Plantation, Kec. Angsana, Kab. Tanah Bumbu, Kalimantan Selatan, Indonesia, dari 15 Februari 2010 sampai 15 Juni 2010. Suhu rata-rata 28-32 °C, rata-rata curah hujan yaitu 2,339 mm tahun⁻¹, dengan hari hujan 123 hari. Berdasarkan klasifikasi iklim Schmidt dan Fergusson, termasuk tipe iklim

B (daerah basah). Data primer diperoleh dari pengamatan dan wawancara dengan karyawan, sedangkan data sekunder diperoleh dari arsip perusahaan, BMKG Tanah Bumbu dan Kota Baru Kalimantan Selatan.

Luas konsesi adalah 3,250 ha, dengan luas kebun kelapa sawit 3,033 ha. Tanaman yang dibudidayakan adalah tenera (dura x pisifera) Marihat, Socfindo, dan Guthrie. Tanaman menghasilkan (TM) berumur 10-14 tahun seluas 2,506 ha dengan populasi total 33,0421 pohon campuran varietas DXP Marihat dan DXP Socfindo, sedangkan areal tanaman belum menghasilkan (TBM) seluas 527 ha adalah varietas DXP Guthrie. TM ditanam pada tahun 1996 (630 ha; 81,811 pohon), tahun 1998 (1,603 ha; 213,381 pohon), tahun 1999 (187 ha; 24,583 pohon), dan tahun 2000 (84 ha; 10,646 pohon). Populasi berkisar 132-134 pohon ha⁻¹.

Lahan dikelompokkan ke dalam tiga satuan peta lahan (SPL) yaitu SPL 1 dan SPL 2 berseri tanah MM-18 *Petroferric Hapludox* berturut-turut seluas 1,855 ha (59%) dan 389 ha (12%), dan SPL 3 berseri MM-19 *Plinthic Hapludox* seluas 903 ha (29%) (DRMP, 2006). Tanah mempunyai pH 4.55-4.58, dengan kelas kesesuaian S2 (sesuai) untuk SPL 3 dan kelas S3 (kurang sesuai) untuk SPL 1 dan 2.

Model regresi linier berganda dibuat dengan asumsi peubah tak bebas (Y-produksi kelapa sawit) merupakan fungsi linear dari peubah bebas ($\beta_k X_{ki}$) dari iklim dan kegiatan kultur teknis. Analisis menggunakan program aplikasi pada Minitab 15, dengan model:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon;$$

- Y : Peubah respon ramalan produksi
 β_0 : Nilai variabel respon ketika variabel prediktor bernilai nol
 $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$: Parameter-parameter model regresi untuk variabel X_1, X_2, \dots, X_k
k : Peubah penjelas
 X_1, X_2, \dots, X_k : Peubah prediktor

Model peramalan dibangun dan disimulasikan dari data produksi pada enam tahun terakhir (2004-2010). Produksi TBS (ton ha⁻¹) diasumsikan dipengaruhi oleh rata-rata bulanan dari peubah curah hujan (mm), jumlah hari hujan, defisit air (mm), suhu udara (°C), kelembaban udara (%), kecepatan angin (km jam⁻¹) dan rata-rata penyinaran matahari (%). Penyinaran matahari 100% berarti penyinaran matahari berlangsung selama rata-rata 8 jam hari⁻¹. Penghitungan defisit air bulanan dilakukan dengan metode keseimbangan neraca air Tailliez (Siregar *et al.*, 2006). Nilai keseimbangan air diperoleh dengan menjumlahkan curah hujan (mm) dengan cadangan awal air kemudian dikurangi evapotranspirasi. Evapotranspirasi diasumsikan 150 mm bulan⁻¹ jika hari hujan ≤ 10 hari bulan⁻¹ dan 120 mm bulan⁻¹ jika hari hujan > 10 hari bulan⁻¹. Kemampuan tanah menyimpan air maksimum 200 mm. Defisit air terjadi jika nilai keseimbangan air < 0 mm. Pada nilai keseimbangan air > 200 mm, kelebihan air disimpan dalam tanah sebagai cadangan awal untuk bulan berikutnya dengan nilai maksimum 200 mm. Peubah pemupukan merupakan persentase realisasi dosis rekomendasi, maksimum adalah 100%.

Rata-rata umur tanaman dihitung dengan:
 $(\sum A_i * U_i) / L$

- A_i : luas areal per tahun tanam
- U_i : umur populasi tahun tanam (tahun)
- L : total luasan tahun tanam

Regresi linier berganda dengan metode kuadrat terkecil terbaik (MKT) diasumsikan tepat jika tidak ada multikolinearitas, heteroskedastisitas, dan autokorelasi (Mirer, 1990; Juanda, 2009). Multikolinearitas dideteksi dari nilai *Variance Inflation Factor* (VIF) pada *output* Minitab. Nilai VIF dapat diterima jika < 10, sebagai koefisien parameter estimasi kuadrat terkecil terbaik. Heterokedastisitas dideteksi dengan melihat grafik sebaran sisaan terhadap Y, dianggap tidak ada heterokedastisitas jika pola sebaran tidak memiliki pola (Mirer, 1990). Autokorelasi dideteksi dari nilai Durbin Watson (DW), dimana nilai DW sekitar 2 menunjukkan tidak ada autokorelasi, nilai DW < 2 menunjukkan autokorelasi positif; dan nilai DW > 2 menunjukkan autokorelasi negatif. Autokorelasi dikoreksi menggunakan metode Cochrane-Orcutt.

Pengaruh peubah terhadap produksi, diuji menggunakan t-parsial pada 0 bulan sebelum panen (BSP), 6 BSP, 12 BSP, 18 BSP, dan 24 BSP. Peubah yang berpengaruh nyata selanjutnya digunakan untuk menyusun persamaan regresi linear berganda. Nilai produksi duga (Y) yang terbaik dipilih yang paling mendekati produksi aktual bulanan dan tahunan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji-t parsial menunjukkan 7 dari 10 peubah, nyata mempengaruhi estimasi produksi (Tabel 1), yaitu umur pemupukan pada 0 BSP dan 18 BSP, kelembaban udara

pada 6 BSP, penyinaran matahari pada 18 BSP, curah hujan pada 6 BSP, hari hujan pada 18 BSP, dan defisit air pada 0 BSP dan 24 BSP. Kondisi *ceteris paribus* dari populasi tanaman, suhu udara, dan kecepatan angin menyebabkan kontribusi ketiganya tidak nyata terhadap produksi pada penelitian ini. Walaupun ketiga peubah tersebut secara umum mempengaruhi produktivitas kelapa sawit (Pahan, 2008), variasi yang rendah pada penelitian ini diduga menyebabkan kontribusinya tidak nyata pada model peramalan. Kecepatan angin rata-rata di lokasi studi memiliki keragaman yang kecil dan cukup ideal yaitu 3-6 km jam⁻¹, suhu 25-28 °C dan kelembaban udara 82-85%.

Dengan menggunakan tujuh peubah (Tabel 1) diperoleh 18 simulasi regresi, kemudian diperoleh 6 simulasi yang cocok untuk meramal produksi. Model linier dari 6 regresi simulasi terpilih diperoleh dari penjumlahan koefisien dikali nilai prediktor sesuai waktu kritisnya (Tabel 2). Hasil duga setiap simulasi regresi dan penyimpangannya terhadap produksi aktual disajikan pada Tabel 3. Analisis ragam persamaan seluruh regresi terpilih menunjukkan uji F nyata pada $\alpha = 5\%$, dan ke-6 regresi nyata berbeda satu dengan yang lain pada $\alpha = 5\%$.

Enam regresi yang terpilih, seluruhnya memiliki nilai VIF < 10 (Tabel 2) artinya tidak ada multikolinearitas. Demikian juga tidak ada heterokedastisitas dari seluruh regresi terpilih, dinilai dari grafik plot sisaan vs Y duga (data tidak disajikan). Namun demikian, seluruh regresi memiliki nilai Durbin Watson < 2, mengindikasikan adanya autokorelasi positif. Koreksi autokorelasi menggunakan metode *Cochrane-Orcutt* hanya mengubah sedikit nilai *Durbin Watson*, yaitu untuk regresi I, II, III, IV, V dan VI secara berturut turut adalah 1.028, 1.163, 1.114, 1.235, 1.123, dan 1.112. Namun demikian, setelah dilakukan koreksi *Cochrane-Orcutt* nilai estimasi cenderung lebih

Tabel 1. Hasil uji-t parsial terhadap peubah agronomi dan lingkungan untuk peramalan produksi tanaman kelapa sawit di Kalimantan Selatan

Peubah	Nilai-P				
	0 BSP	6 BSP	12 BSP	18 BSP	24 BSP
Umur tanaman (tahun)	0.022*	-	-	-	-
Populasi per hektar	0.121	-	-	-	-
Realisasi pupuk (%)	0.043*	0.493	0.055	0.007**	0.586
Suhu udara (°C)	0.893	0.616	0.587	0.217	0.853
Kelembaban udara (%)	0.348	0.075*	0.626	0.589	0.604
Kecepatan angin (km jam ⁻¹)	0.971	0.604	0.317	0.130	0.791
Penyinaran matahari (%)	0.132	0.957	0.067	0.007**	0.130
Hari hujan	0.897	0.441	0.862	0.065*	0.216
Curah hujan (mm)	0.385	0.047*	0.053	0.974	0.092
Defisit air (mm)	0.021*	0.793	0.752	0.281	0.007**
r ²	0.34	0.29	0.42	0.41	0.37

Keterangan: * berpengaruh nyata pada $\alpha = 5\%$; ** berpengaruh nyata pada $\alpha = 1\%$; BSP: bulan sebelum panen

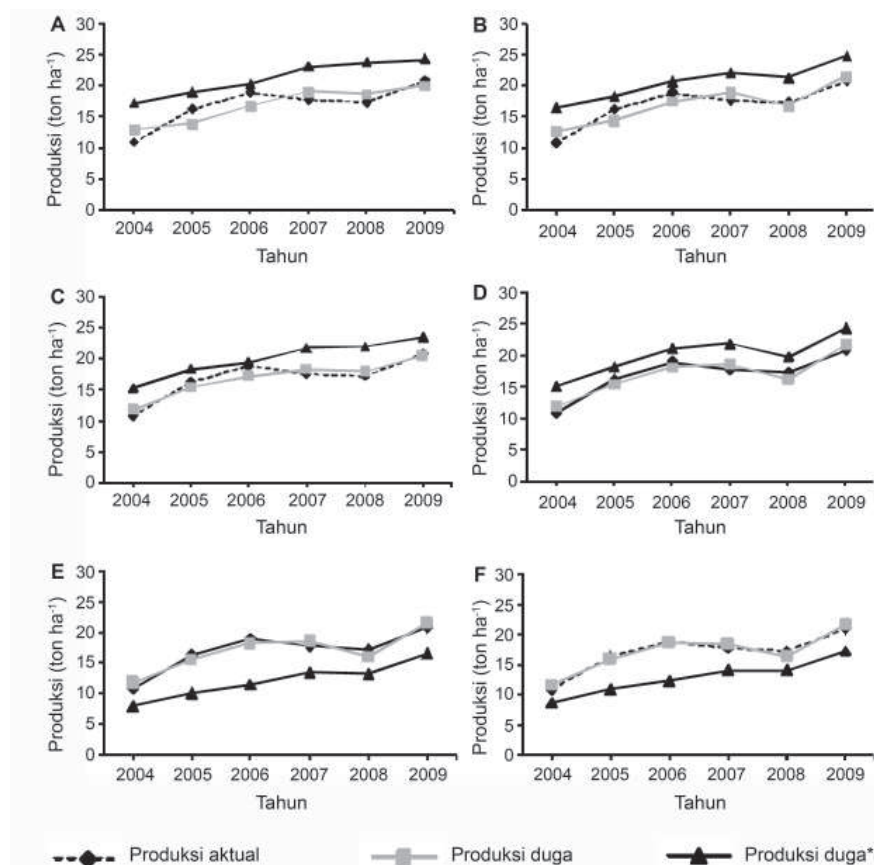
Tabel 2. Prediktor, Nilai-P, VIF dan Durbin Watson untuk Linear Berganda I, II, III, IV, V dan VI peramalan produksi kelapa sawit di Kebun Angsana, Kalimantan Selatan sebelum dilakukan koreksi autokorelasi digunakan metode Cochran-Orcutt

Persamaan linier berganda	Prediktor									Nilai Durbin Watson
	Konstan	Umur	Pemupukan	Kelembaban	Penyinaran	Curah hujan	Defisit air	Hari hujan		
Regresi I	Waktu kritis ^z	-	0 BSP	0 BSP	6 BSP	18 BSP	6 BSP	0 BSP	18 BSP	
	Koefisien ^y	-3.294	0.009	0.016	0.042	-0.013	-0.001	-0.003	-0.019	0.859
	Nilai P ^x	0.214	0.009	0.083	0.139	0.007	0.006	0.064	0.094	
	VIF ^w	-	1.637	1.453	1.173	1.197	1.064	1.188	1.397	
Regresi II	Waktu kritis	-	0 BSP	0 BSP	6 BSP	18 BSP	6 BSP	24 BSP	18 BSP	
	Koefisien	-2.393	0.008	0.009	0.039	-0.013	-0.001	-0.005	-0.008	1.001
	Nilai P	0.331	0.018	0.275	0.140	0.004	0.006	0.001	0.450	
	VIF	-	1.667	1.459	1.160	1.181	1.054	1.320	1.553	
Regresi III	Waktu kritis	-	0 BSP	18 BSP	6 BSP	18 BSP	6 BSP	0 BSP	18 BSP	
	Koefisien	-0.316	0.013	-0.019	0.040	-0.013	-0.001	-0.004	-0.020	0.862
	Nilai P	0.901	0.000	0.008	0.143	0.007	0.011	0.029	0.061	
	VIF	-	1.200	1.100	1.200	1.200	1.100	1.200	1.400	
Regresi IV	Waktu kritis	-	0 BSP	18 BSP	6 BSP	18 BSP	6 BSP	24 BSP	18 BSP	
	Koefisien	-0.410	0.010	-0.013	0.037	-0.013	-0.001	-0.005	-0.011	0.988
	Nilai P	0.865	0.000	0.052	0.151	0.003	0.012	0.001	0.328	
	VIF	-	1.300	1.100	1.200	1.200	1.100	1.300	1.600	
Regresi V	Waktu kritis	-	0 BSP	18 BSP	-	18 BSP	6 BSP	24 BSP	-	
	Koefisien	2.846	0.009	-0.012	- ^v	-0.015	-0.001	-0.006	-	0.951
	Nilai P	0.000	0.001	0.064	-	0.000	0.005	0.000	-	
	VIF	-	1.027	1.052	-	1.017	1.048	1.019	-	
Regresi VI	Waktu kritis	-	0 BSP	18 BSP	-	18 BSP	-	24 BSP	18 BSP	
	Koefisien	3.150	0.010	-0.016	-	-0.016	-	-0.005	-0.015	0.928
	Nilai P	0.000	0.001	0.017	-	0.000	-	0.002	0.188	
	VIF	-	1.297	1.031	-	1.029	-	1.313	1.549	

Keterangan: ^z = Waktu prediktor; ^y = Koefisien dari prediktor; ^x = Nilai-P $\alpha = 5\%$; ^w = Variance inflation factor; ^v = Tanpa prediktor; BSP = bulan sebelum panen

tinggi daripada nilai estimasi sebelum dikoreksi, dengan bias lebih besar terhadap nilai produksi aktual (Gambar 1). Dengan demikian, seluruh asumsi dalam persamaan regresi linear berganda terpenuhi kecuali autokorelasi. Meskipun demikian, menurut Juanda (2009) hasil produksi duga (Y) masih tetap akurat. Juanda (2009) menyatakan bahwa nilai autokorelasi dapat muncul pada regresi metode MKT, walaupun persamaan tidak bias. Hal tersebut karena *standar error* yang bias ke bawah atau lebih kecil dari nilai yang sebenarnya, sehingga statistik uji-t tinggi (*over estimate*). Ditambahkan, bahwa nilai dugaan akan mendekati nilai sebenarnya pada ukuran contoh yang lebih besar.

Nilai produksi tahunan estimasi I mempunyai selisih yang masih relatif besar dengan produksi aktual yaitu antara 7.97-18.98% (Tabel 3). Nilai produksi duga pada tahun 2009 mendekati nilai produksi aktual dengan selisih 3.82%, dibandingkan dengan estimasi kebun yang menyimpang hingga 17.90%. Nilai produksi duga regresi II mempunyai selisih dengan produksi aktual yang lebih kecil dibandingkan dengan nilai duga regresi I. Nilai duga mendekati produksi aktual pada tahun 2008-2009 dengan selisih di bawah 5%. Nilai produksi duga regresi III memiliki selisih dengan produksi aktual tahun 2005, 2007, dan 2008 di bawah 5%, bahkan 1.5% pada tahun 2009. Nilai produksi duga regresi



Gambar 1. Perbandingan produksi aktual kelapa sawit di Kalimantan Selatan (ton TBS ha⁻¹ tahun⁻¹) dengan persamaan regresi linear berganda sebelum dioptimasi dan setelah dilakukan optimasi menggunakan metode Cochrane-Orcutt (*). (A) regresi I, (B) regresi II, (C) regresi III, (D) regresi IV, (E) regresi V, dan (F) regresi VI

Tabel 3. Perbandingan hasil produksi aktual kelapa sawit di Kebun Angsana, Kalimantan Selatan dengan estimasi kebun dan berbagai estimasi produksi menggunakan persamaan regresi liner berganda

Tahun	Produksi aktual (ton ha ⁻¹ tahun ⁻¹)	Estimasi kebun (ton ha ⁻¹ tahun ⁻¹)	Prediksi hasil (ton ha ⁻¹ tahun ⁻¹)					
			Regresi I	Regresi II	Regresi III	Regresi IV	Regresi V	Regresi VI
2004	10.85	10.97 (1.1)	12.91 (18.9)	12.69 (16.9)	11.84 (9.1)	11.85 (9.2)	11.65 (7.4)	11.57 (6.6)
2005	16.21	13.91 (-14.2)	13.94 (-13.9)	14.46 (-10.8)	15.57 (-3.9)	15.34 (5.4)	15.62 (-3.7)	15.78 (-2.6)
2006	18.90	16.86 (-10.8)	16.79 (-11.2)	17.54 (-7.2)	17.25 (-8.8)	18.04 (4.6)	18.29 (-3.2)	18.49 (-2.2)
2007	17.70	20.21 (14.2)	19.11 (7.9)	18.98 (7.2)	18.46 (4.3)	18.51 (4.6)	18.36 (3.7)	18.37 (3.8)
2008	17.28	20.38 (17.9)	18.77 (8.6)	16.81 (-2.7)	17.97 (4.0)	16.17 (6.4)	16.15 (-6.5)	16.25 (-5.9)
2009	20.83	22.00 (5.6)	20.03 (-3.8)	21.54 (3.4)	20.51 (-1.5)	21.75 (4.4)	21.65 (3.9)	21.56 (3.5)

Keterangan: Produksi aktual = Hasil produksi kebun (ton TBS ha⁻¹ tahun⁻¹); Estimasi Marihat = estimasi produksi oleh kebun berdasarkan metode dari PPKS Marihat (ton ha⁻¹ tahun⁻¹); Estimasi I = estimasi produksi berdasarkan formula I yang dikembangkan metode dari penelitian ini (ton TBS ha⁻¹ tahun⁻¹); Angka dalam kurung adalah persen relatif terhadap produksi aktual. Nilai positif artinya estimasi lebih tinggi dari produksi aktual sedangkan nilai negatif artinya estimasi lebih rendah dibandingkan dengan produksi aktual

IV menunjukkan hasil yang mendekati nilai produksi aktual dengan akurasi yang hampir sama dengan persamaan III. Persamaan regresi berganda IV lebih akurat untuk menduga produksi enam bulan ke depan dibandingkan satu tahun, dengan memasukkan data kelembaban udara dan curah

hujan pada 6 BSP, umur tanaman, pemupukan, jumlah hari hujan dan penyinaran matahari pada 18 BSP, dan defisit air pada 24 BSP. Nilai produksi duga regresi V lebih mendekati nilai produksi aktualnya dibandingkan dengan regresi linear berganda I, II, III, dan IV (Tabel 3). Nilai produksi

duga regresi VI lebih mendekati nilai produksi aktual dibandingkan dengan regresi I, II, III, IV, dan V (Tabel 3).

Estimasi produksi duga bulanan menggunakan simulasi regresi I, II, III, dan IV memiliki akurasi rendah, lebih dari 6 bulan meleset di atas 20% (data tidak disajikan). Simulasi regresi V mampu menduga lebih dari 6 bulan tepat dengan penyimpangan kurang dari 10%. Dengan demikian, simulasi V dapat digunakan untuk memperkirakan produksi enam bulan ke depan dengan prediktor data umur tanaman, pemupukan, dan penyinaran matahari pada 18 BSP, curah hujan pada 6 BSP, dan defisit air pada 24 BSP (Tabel 2). Simulasi regresi VI memiliki akurasi duga bulanan dalam satu tahun yang tinggi dengan penyimpangan 7-10% (data tidak disajikan). Dengan demikian, persamaan VI merupakan model simulasi terbaik. Regresi VI menggunakan prediktor umur tanaman, pemupukan, jumlah hari hujan dan penyinaran matahari pada 18 BSP, dan defisit air pada 24 BSP (Tabel 2).

Persamaan regresi linear berganda VI disusun pada umur tanaman produktif aktif, sehingga ada kecenderungan produksi masih meningkat dengan bertambahnya umur. Lubis (2008) menyatakan bahwa produktivitas kelapa sawit meningkat dengan meningkatnya umur tanaman sampai umur 13 tahun, lalu secara gradual akan menurun sampai umur tanaman 25 tahun. Model ini menggunakan data produksi tanaman sawit usia produktif puncak 5-12 tahun. Pengujian pada umur lebih dari 15 tahun menunjukkan adanya penyimpangan hingga 20%. Dengan demikian, model ini perlu penyesuaian lebih lanjut jika digunakan untuk meramal pada periode pasca produksi puncak.

Tabel 2 menunjukkan bahwa pada persamaan VI, prediktor curah hujan dapat digantikan oleh prediktor defisit air dan hari hujan. Pada penelitian ini peran curah hujan justru negatif pada regresi I hingga V, artinya curah hujan yang tinggi pada 6 BSP justru menyebabkan produksi menurun. Penurunan produksi karena curah hujan yang tinggi tersebut diduga karena aktivitas serangga penyerbuk terganggu (DRMP, 2010). Dengan demikian, selain data curah hujan, perkebunan juga perlu melengkapi dengan data hari hujan dan neraca air untuk peramalan produksi yang lebih akurat.

Siregar (2006) menyatakan pola hujan Kalimantan Selatan adalah musiman unimodal dengan puncak hujan Desember-Februari dan puncak kemarau Juni-Agustus. Defisit air pada 24 BSP berkontribusi negatif terhadap produksi (Tabel 2). Berdasarkan pengamatan di lapangan, selama bulan kering banyak ditemukan buah tidak matang normal, tandan bunga gugur dan banyak muncul bunga jantan. Penurunan produksi TBS akibat bulan kering berkisar antara 5-45%. Menurut Corley dan Gray (1976), fase kritis bunga kelapa sawit terhadap kekeringan yaitu pada: 1) inisiasi bakal bunga 27-42 BSP; 2) pembentukan perhiasan bunga pada 32-36 BSP; 3) penentuan kelamin bunga pada 14.5-22 bulan sebelum anthesis; 4) aborsi bunga yang terjadi 10-14 BSP; dan 5) anthesis pada 5-9 BSP. Mangoensoekarjo dan Semangun (2005) menyatakan bahwa kekurangan air menurunkan produksi 8-10% pada tahun pertama setelah defisit air dan menurunkan produksi 3-4% pada tahun kedua setelah terjadi defisit air. Pada lokasi studi, defisit air 440

mm tahun 2006 menurunkan produksi TBS sebesar 6.5% pada tahun 2007 dan 8.5% pada 2008.

Model regresi dalam penelitian ini tidak memasukkan peubah edafik dan genetik karena kesulitan teknis memisahkan data panen. Menurut Pahan (2008) pada kondisi ideal, varietas Marihat mampu berproduksi TBS 27 ton ha⁻¹ tahun⁻¹, sedangkan Socfindo 32 ton ha⁻¹ tahun⁻¹. Tabel 3 menunjukkan bahwa produksi TBS aktual per tahun per ha dibandingkan dengan standar produksi berdasar kelas kesesuaian lahan menurut Lubis (2008), masih rendah. Lubis (2008) menyatakan bahwa produksi TBS per tahun per ha adalah 28 ton untuk kelas kesesuaian lahan S2 (sesuai) dan 26 ton untuk kelas kesesuaian lahan S3 (kurang sesuai), pada tingkat umur yang sama. Di lokasi studi, kelas kesesuaian lahan S3 meliputi 71% lahan dan sisanya adalah kelas S2. Produktivitas aktual lebih mendekati kriteria Adiwiganda *et al.* (1991), yaitu lahan dengan kesuburan agak rendah memiliki produktivitas 18-21 ton TBS ha⁻¹ tahun⁻¹ dan kesuburan rendah (tanah gambut) mampu berproduksi kurang dari 18 ton TBS ha⁻¹ tahun⁻¹.

Kehilangan hasil akibat brondolan tertinggal, janjang tertinggal dan panen buah mentah diduga menjadi faktor lain adanya perbedaan peramalan dengan hasil aktual. Data lapangan menunjukkan jumlah buah mentah mencapai 0.2-0.3% dari total TBS. TBS yang tertinggal pada 5 tahun terakhir cenderung menurun, yaitu sebesar 2% pada tahun 2005 menjadi 1.5% pada 2007 dan sekitar 0.2% pada 2009. Brondolan yang tertinggal di lapangan relatif rendah yaitu 2.5 pada 2005 dan 1.5 butir pohon⁻¹ pada tahun 2009. Dengan demikian, mengurangi buah mentah dan menekan brondolan yang tidak dipungut dapat meningkatkan akurasi peramalan produksi.

KESIMPULAN

Faktor agroekologi menentukan akurasi ramalan produksi kelapa sawit. Kelembaban udara pada 6 bulan sebelum panen (BSP), penyinaran matahari pada 18 BSP, curah hujan pada 6 BSP, hari hujan pada 18 BSP, defisit air pada 0 dan 24 BSP, umur tanaman dan realiasi pemupukan merupakan prediktor dalam menduga peubah produksi kelapa sawit. Peramalan produksi kelapa sawit terbaik diperoleh dengan kombinasi umur tanaman, pemupukan, jumlah hari hujan dan penyinaran matahari pada 18 BSP, dan defisit air pada 24 BSP. Regresi terbaik adalah $Y = 3.15 + 0.010 \text{ umur tanaman} - 0.016 \text{ pupuk} - 0.016 \text{ penyinaran} - 0.005 \text{ defisit air} - 0.015 \text{ hari hujan}$. Perlu pengujian lebih lanjut agar model dapat diterapkan pada perkebunan yang lebih luas.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada manajer dan staff PT. Ladangrumpun Suburabadi, Angsana Estate yang mendukung penelitian ini. Ucapan terimakasih disampaikan kepada Dr. Dwi Guntoero, SP. MSi dan Dr. Ir. Sandra A. Aziz (Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB) atas masukannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwiganda, M.R., N. Awar, M.M. Siahaan. 1991. Penilaian kandungan mineral primer mudah lapuk pada perkebunan kelapa sawit di Sumatera Utara. *Bul. Perkebunan Medan* 22:51-64.
- Corley, R.H.V., B.S. Gray. 1976. Yield and yield component, p. 77-85. *In* R.H.V. Corey, J.J. Hardon, B.J. Wood (Eds.). *Oil Palm Research*. Elsevier Sci. Publ. Co. Amsterdam.
- Corley, R.H.V., C.K. Mok. 1972. Effect of nitrogen, phosphorus, potassium and magnesium on growth of the oil palm. *Exp. Agric.* 8:347-353.
- Corley, R.H.V., C.K. Mok. 1973. Effect of plant density on growth and yield of oil palm. *Exp. Agric.* 9:169-180.
- Ditjenbun. 2009. *Statistik Perkebunan Indonesia*. Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan. Jakarta.
- DRMP. 2006. *Survei Tanah Semi Detail di Kebun Angsana PT. Ladangrumpun Suburabadi*. Departemen Riset Minamas Plantation, Banjarmasin.
- DRMP. 2010. *Kajian terhadap Trend Penurunan Persentase Oil Extraction Rate pada Kwartal III, periode 2009-2010 di Area Kalsel*. Departemen Riset Minamas Plantation, Banjarmasin.
- Handoko, Y. Koesmaryono. 2005. Kesesuaian iklim sebagai faktor penentu tingkat produktivitas perkebunan kelapa sawit: Pendekatan dengan model simulasi tanaman. hal 46-59. *Dalam* S. Yahya, Sudradjat, M. Surachman, A. Hanafi dan A. Kurniati (Eds.). *Prosiding Seminar Nasional Perkebunan Kelapa Sawit Rakyat: Pemberdayaan Perkebunan Kelapa Sawit Rakyat sebagai Upaya Penguatan Ekonomi Kerakyatan*. Pekanbaru 15-16 April 2005.
- Harahap, I.Y., Winarna, E.S. Sutarta. 2007. Produktivitas tanaman kelapa sawit tinjauan dari aspek tanah dan iklim. hal. 246-268. *Dalam* W. Darnosarkoro, E.S. Sutarta, Winarna (Eds.) *Lahan dan Pemupukan Kelapa Sawit*. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan.
- Hetharie, H., G.A. Wattimena, M. Thenawidjaya, H. Aswidinnoor, N. Toruan-Mathius, G. Ginting. 2007. Karakterisasi morfologi bunga dan buah abnormal kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) hasil kultur jaringan. *Bul. Agron.* 3:50-57.
- Juanda, B. 2009. *Ekonometrika Permodelan dan Pendugaan*. IPB Press. Bogor.
- Lubis, A.U. 2008. *Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq.) di Indonesia, Edisi 2*. Pusat Penelitian Marihat Pematang Siantar.
- Mangoensoekarjo, S., H. Semangun. 2005. *Manajemen Agribisnis Kelapa Sawit*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Mirer, T.W. 1990. *Economic Statistics and Economics*. 2nd Ed. The MacMillan Publ. Co. Inc. New York.
- Pahan, I. 2008. *Panduan Lengkap Kelapa Sawit*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Palupi, R.E., Y. Dedywiryanto. 2008. Kajian karakter toleransi terhadap cekaman kekeringan pada empat genotipe bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Bul. Agron.* 34:24-32.
- Pangudijatno, G., A. Panjaitan, K. Pamin. 1985. Potensi produksi kelapa sawit pada berbagai kelas kesesuaian lahan. *Bul. Perkebunan* 16:159-168.
- Poeloengan, Z., M.L. Fadli, Winarna, S. Rahutomo, E. S. Sutarta. 2007. Permasalahan pemupukan pada perkebunan kelapa sawit, hal. 65-78. *Dalam* W. Darnosarkoro, E.S. Sutarta, dan Winarna (Eds.) *Lahan dan Pemupukan Kelapa Sawit*. Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan.
- Prasetyo, E.I. 2009. Analisis hubungan curah hujan dan produksi kelapa sawit dengan model fungsi transfer. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Siregar, H.H., N.H. Darian, T.C. Hidayat, W. Darnosakoro, I.Y. Harahap. 2006. Hujan sebagai Faktor Penting untuk Perkebunan Kelapa Sawit. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan.
- Subronto, A. Manurung, A. Harris. 1987. Pengaruh faktor iklim terhadap pertumbuhan dan produksi dari empat persilangan kelapa sawit. *Bul. Perkebunan* 18:73-82.
- Syukur, S., A.U. Lubis. 1989. Perhitungan bunga untuk peramalan produksi jangka pendek pada kelapa sawit, hal. 353-362. *Dalam* A.U. Lubis (Ed.) *Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq.)*. Pusat Penelitian Marihat.
- Van Kraalingen, D.W.G., C.J. Breure, C.J.T. Spitters. 1989. Simulation of oil palm growth and yield. *Agric. Forest Meteorol.* 46:227-244.