

**ANALISIS OPTIMALISASI PENGADAAN TANDAN BUAH SEGAR (TBS)
SEBAGAI BAHAN BAKU PRODUKSI CRUDE PALM OIL (CPO) DAN PALM
KERNEL (PK) DI PMKS SEI KANDANG PT. ASIATIC PERSADA-AMS GROUP**

Renta

Universitas Gajah Mada

[*renta.mop@gmail.com*](mailto:renta.mop@gmail.com)

Abstract. As an agribusiness palm oil company, PT. AMS through its subsidiary, PT. Asiatic Persada, aims to increase the company's profits from sales of CPO and Kernel processed in PMKSei Kandang. Availability of raw materials fresh fruit bunches (FFB) POM Sei Kandang are not optimal so that the production of CPO and PK also not optimal, and then the company's profits are not maximized. This study aims to provide a recommendation for optimizing procurement TBS with the concept of linear programming (LP). Through optimal approach EOQ TBS purchases outside during 2014 was still below the optimal standard so PMKSs Sei Kandang should do a combination of raw material procurement policy TBS from its own garden and make purchases outside.

Keywords: optimization, linear programming, CPO, kernel, FFB

Abstrak. Sebagai perusahaan minyak agribisnis sawit, PT. AMS melalui anak perusahaannya, PT. Asiatic Persada bertujuan meningkatkan keuntungan perusahaan dari penjualan CPO dan Kernel yang diproses di PMKS Sei Kandang. Ketersediaan bahan baku tandan buah segar (TBS) PMKS Sei Kandang tidak optimal sehingga produksi CPO dan PK juga tidak optimal dan berakibat keuntungan perusahaan tidak maksimal. Penelitian ini bertujuan memberikan masukan untuk optimalisasi pengadaan TBS dengan konsep pemrograman linear (LP). Melalui pendekatan *optimal* EOQ pembelian TBS luar selama 2014 masih dibawah standard optimal sehingga PMKS Sei Kandang seharusnya melakukan kebijakan kombinasi pengadaan bahan baku TBS dari kebun sendiri dan melakukan pembelian TBS luar.

Kata kunci: Optimalisasi, pemrograman linier, CPO, kernel, FFB.

PENDAHULUAN

Prospektif keberlanjutan bisnis perkebunan kelapa sawit tidak perlu diragukan. Sejak 1911 ketika dimulai usaha perkebunan sawit di Sumatera Utara, bisnis tersebut terbukti masih bisa bertahan dan bahkan menjadi salah satu sektor komoditas andalan perekonomian Indonesia. Sektor ini juga mampu menyerap tenaga kerja yang cukup besar. Produksi kelapa sawit Indonesia yang dikelola oleh perkebunan besar sejak tahun 2004 terus meningkat dibandingkan 5 komoditas perkebunan lainnya (Tabel 1). Dimana produksi sawit dibagi menjadi 2 yaitu minyak sawit (CPO) dan biji inti sawit (Kernel).

Hasil olahan tandan buah segar (TBS) perlu mendapat perhatian karena meskipun Indonesia belum sepenuhnya unggul dalam produk hilir (biodisel, minyak goreng, mentega) tetapi CPO dan Kernel merupakan komoditas ekspor utama dari sektor perkebunan. Peran industri perkebunan negara, rakyat dan swasta dalam skala kecil maupun besar tidak terlepas

dari perkembangan luas areal total perkebunan kelapa sawit yang meningkat. Luas areal menurut

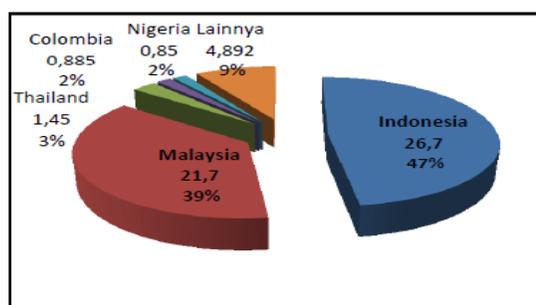
Tabel 1.Produksi Perkebunan Indonesia Menurut Jenis Tanaman, 2004-2013

Tahun	Minyak Sawit	Miji Sawit	Bula Tebu	Garet Kering	Keh	Toklat	opi
2004	8,479	1,862	2,052	404	126	55	29
2005	10,119	2,140	2,242	432	128	55	25
2006	10,962	2,363	2,307	555	115	67	29
2007	11,438	2,593	2,624	578	117	69	24
2008	12,478	2,829	2,668	586	113	63	28
2009	13,873	3,146	2,334	522	107	68	29
2010	14,038	3,183	2,289	541	100	65	29
2011	15,198	3,446	2,244	630	95	68	22
2012	16,818	3,364	2,593	583	92	53	29
2013*	17,391	3,648	2,555	670	96	55	30

Sumber: BPS (2015)

Status kepemilikan di 2014* untuk PBR (Perkebunan Rakyat) mencapai seluas 4,55 juta Ha atau 41% dari total luas areal, milik negara (PBN) seluas 0,75 juta Ha atau 8 % dari total luas areal, milik swasta (PBS) seluas 5,66 juta Ha atau 51 %. Data tersebut menunjukkan dominasi perusahaan swasta dalam bisnis perkebunan kelapa sawit di Indonesia (Dirjenbun, 2014).

Pada tahun 2013 Indonesia menjadi negara nomor satu pengekspor minyak sawit mentah dengan volume ekspor minyak sawit 26,7 juta ton dengan nilai US \$ 19,1 Juta (47% perdagangan minyak sawit internasional).Sementara Malaysia menjadi urutan kedua memiliki 21,7 juta ton (39 % dari minyak sawit internasional Perdagangan) seperti yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Produksi Minyak Sawit Dunia (juta ton)

Sumber : Rifai dkk, (2014)

Wilayah Indonesia dominan penghasil sawit adalah Sumatera terutama Riau. Sasaran jangka panjang meliputi perluasan pengembangan produk akhir, penciptaan pusat keunggulan untuk industri oleokimia, penguasaan pasar, konsolidasi industri yang ramah lingkungan, dan integrasi industri kelapa sawit di Kalimantan Timur, Kalimantan Tengah, Kalimantan Barat. (Rifai dkk, 2014).

PT Agro Mandiri Semesta (AMS Plantation) merupakan salah satu industri perkebunan swasta di Indonesia yang turut berperan sebagai penghasil minyak sawit mentah melalui salah satu anak perusahaannya yaitu PT Asiatic Persada (PT ASP) yang unit bisnisnya berlokasi di Jambi. Sumber pendapatan perusahaan terutama dari penjualan CPO (minyak sawit mentah) dan Palm Kernel (biji inti kelapa sawit).

Bahan baku TBS yang diolah oleh PMKS Sei Kandang berasal dari dua sumber yaitu TBS yang dihasilkan oleh kebun sendiri dan pembelian dari luar kebun (pihak ketiga) yang biasanya dari masyarakat sekitar yang memiliki kebun sawit dalam skala kecil. Pada tahun 2014 TBS kebun hanya dapat memasok 78% dan pembelian TBS sebesar 3% dari target yang ditetapkan manajemen pabrik. Akibat pasokan TBS yang kurang optimal maka produksi CPO dan PK juga tidak optimal sehingga mengakibatkan keuntungan perusahaan tidak maksimal, dimana periode 2014 *loss profit* mencapai 29%. Salah satu tujuan yang ingin dicapai PT. AMS sebagai perusahaan agribisnis adalah memperoleh keuntungan maksimal dari penjualan CPO dan PK. Penelitian ini bertujuan menganalisis optimalisasi pengadaan bahan baku TBS di PMKS Sei Kandang dan pemanfaatan sumberdaya terbatas yang dimiliki perusahaan untuk mencapai produksi yang optimal melalui pendekatan linear programming.

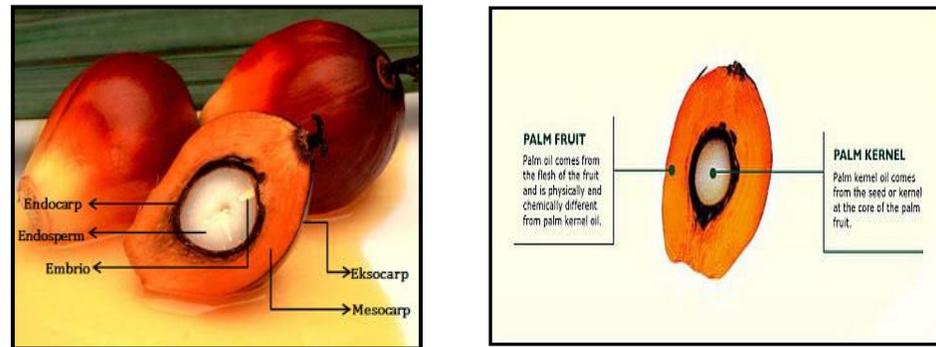
KAJIAN TEORI

Perkembangan Perkebunan Kelapa Sawit Indonesia. Kelapa sawit (*Elaeis*) adalah tanaman perkebunan penting penghasil minyak makanan, minyak industri, maupun bahan bakar nabati (*biodiesel*). Usaha perkebunan kelapa sawit rakyat umumnya dikelola dengan model kemitraan dengan perusahaan besar swasta dan perkebunan negara (inti-plasma).

Produktivitas kebun sawit rakyat rata-rata 16 ton TBS/ha, sementara potensi produksi bila menggunakan bibit unggul sawit bisa mencapai 30 ton TBS/ha. Produktivitas CPO (Crude Palm Oil) perkebunan rakyat hanya mencapai rata-rata 2,5 ton CPO per ha dan 0,33 ton minyak inti sawit (PKO) per ha. Di sisi lain, Perkebunan Negara rata-rata menghasilkan 4,82 ton CPO per hektar dan 0,91 ton PKO per hektar, dan perkebunan swasta rata-rata menghasilkan 3,48 ton CPO per hektar dan 0,57 ton PKO per hektar (Kiswanto dkk, 2008).

Buah yang dipanen dalam bentuk tandan disebut dengan tandan buah segar (TBS). Bentuk, susunan, dan komposisi tandan sangat ditentukan oleh jenis tanaman dan kesempurnaan penyerbukan. Buah sawit yang berukuran 12-18 gr/butir, dapat dipanen setelah berumur enam bulan terhitung sejak penyerbukan. Setiap pohon kelapa sawit berpotensi menghasilkan 10-12 TBS/pohon setiap tahunnya. Bunga betina membutuhkan waktu antara 4,5 sampai 6 bulan untuk mengembangkan dari bunga mekar ke kematangan. Sintesis minyak dalam mesocarp terjadi 15-16 minggu setelah bunga mekar dan selesai pada sekitar 20 sampai 22 minggu (Kassim dkk, 2012).

Proses Produksi CPO dan Kernel. Dua jenis minyak dapat diperoleh dari bahan baku tandan kelapa sawit segar buah (TBS) yaitu CPO (minyak sawit) dan PKO (minyak inti sawit). Buah sawit adalah buah berbiji, oval, dan berisi kernel yang benih (biji). Kernel dikelilingi oleh buah dinding terbuat dari cangkang keras (endocarp), berserat bubuk buah atau minyak bearing jaringan (mesocarp) dan kulit seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 (Subramaniam dkk, 2010).



Gambar 2. Struktur Buah Kelapa Sawit
 Sumber : Subramaniam dkk (2010)

Proses pengolahan tandan kelapa sawit menjadi minyak sawit dapat dilakukan dengan cara yang sederhana. Selain itu, proses pengolahannya dapat pula menggunakan teknologi tinggi yang biasa digunakan perkebunan-perkebunan besar untuk menghasilkan minyak sawit mentah (CPO) dengan kualitas ekspor. Tujuan pengolahan kelapa sawit adalah untuk menghasilkan minyak sawit dan inti sawit dengan mutu yang baik dan rendemen yang optimum. Proses produksi CPO secara umum terdiri dari proses penerimaan TBS, proses perebusan, penebahan, pengadukan, pengolahan minyak, pengolahan biji sampai proses penyimpanannya (Lubis, 2008).

Manajemen Pengadaan Bahan Baku. Manajemen bahan baku sangat penting untuk kinerja keseluruhan proses manufaktur. Manajemen yang efisien dan perencanaan yang efektif akan menentukan tingkat aktivitas, turn-over, dan keuntungan dalam suatu perusahaan. Penentuan kuantitas pemesanan ekonomis (EOQ), tingkat re-order, dan minimum/maksimum tingkat stok sangat penting dalam manajemen bahan baku. Manajemen material (perencanaan, pengendalian, pengorganisasian, mengarahkan) diperlukan untuk mencapai efisiensi dalam pengadaan, transportasi, penyimpanan, dan pemanfaatan masukan dari organisasi manufaktur karena merupakan kegiatan produksi dan manajemen (Akindipe, 2014).

Ekstraksi bahan baku biasanya dikelola langsung oleh industri, sedangkan transportasi umumnya diserahkan kepada pihak ketiga. Waktu pengiriman yang lama akan meningkatkan inefisiensi rantai pasokan. Oleh karena itu dampak ekonomi utama adalah meningkatnya durasi dan biaya jasa transportasi, terjadinya kenaikan biaya pengadaan bahan baku, dan akibatnya berdampak pada harga yang harus dibayar oleh pelanggan dari produk jadi. Efek penting lainnya adalah penundaan dalam proses pengiriman berupa ketidakpatuhan dengan rute dan jadwal harian yang direncanakan (Marque dkk, 2012).



Gambar 3. TBS mentah



Gambar 4. TBS masak



Gambar 4. TBS terlalu masak

**Gambar 6.** Janjang kosong**Gambar 7.** TBS abnormal**Gambar 8.** TBS tangkai panjang**Gambar 9.** TBS digigit tikus

Hasil produksi pabrik minyak sawit tergantung dari mutu TBS yang diolah. Oleh sebab itu dilakukan penyortiran agar nilai % OER & KER baik. Kriteria TBS dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Sumber: SOP/POM-ASP/2013): (a) TBS mentah (*Unripe*): Adalah TBS yang membrondol kurang dari 1 brondol per kilogram janjang (Gambar 3). (b) TBS Masak (*Ripe*): Adalah TBS yang warnanya kemerahan dan membrondol paling sedikit 1 brondolan per kilogram janjang dan paling banyak 25 % (Gambar 4). (c) TBS terlalu masak (*Over ripe*): Adalah TBS yang membrondol lebih dari 25 % hingga maksimum 75 % (Gambar 5). (d) Janjang Kosong: Adalah TBS yang membrondol lebih dari 75% (Gambar 6). (e) TBS Abnormal: Adalah TBS yang gagal berkembang menjadi TBS masak normal, antara lain: TBS parthenokarhi (> 50% brondol parthenokarphi), TBS batu dan TBS sakit (Gambar 7). (f) TBS tangkai panjang: Adalah TBS yang memiliki panjang gagang lebih dari 2 cm diukur dari potongan yang terdekat dengan sisi permukaan TBS (Gambar 8). (g) TBS dimakan tikus: Adalah TBS yang dimakan tikus yaitu: terdapat lebih dari 3 (tiga) brondol dalam satu janjang bekas keratan baru gigitan tikus (Gambar 9).

Pabrik Minyak Kelapa Sawit (PMKS) merupakan pabrik yang mengolah kelapa sawit dengan metode dan aturan tertentu hingga menghasilkan Crude Palm Oil (CPO) dan Palm Kernel Oil (PKO). Dalam proses pengolahan tersebut, perusahaan berupaya mengoptimalkan jumlah rendemen CPO dan PKO. Salah satu sistem manajemen yang diterapkan untuk mendapatkan jumlah rendemen yang optimal adalah menekan terjadinya kehilangan minyak (oil losses) pada CPO dan kehilangan Kernel (losses PKO) selama proses produksi (Devani dan Marwiji, 2014).

Model Optimalisasi Produksi. Perancangan sistem perencanaan dan pengendalian produksi untuk agroindustri perlu memperhatikan karakteristik dari bahan baku yang khas tersebut. Faktor musiman menyebabkan pentingnya penjadwalan tanam untuk jenis tanaman yang cepat panen. Jenis tanaman seperti kelapa sawit yang berumur panjang dan produktivitas yang tinggi, serta variasi jumlah buah siap panen mengharuskan pentingnya prakiraan jumlah panen dari setiap kebun. Sistem perencanaan produksi pada agroindustri CPO menggunakan sistem dorong. Model perencanaan produksi adalah kegiatan memproduksi minyak sawit

mentah untuk setiap periode berdasarkan jumlah pasokan TBS (Hadiguna dan Machfud, 2008).

Proses pemanenan kelapa sawit meliputi pekerjaan memotong tanda buah segar (TBS), memungut brondolan, dan mengangkut dari pohon ke tempat pengumpulan hasil (TPH) serta ke pabrik. Pelaksanaan panen dan pengangkutan ke pabrik perlu dilakukan dengan baik sehingga diperoleh buah dengan rendemen minyak yang tinggi dengan kualitas minyak yang baik. TBS yang ada di TPH harus segera diangkut ke pabrik untuk diolah. Buah yang tidak segera diolah akan mengalami kerusakan. Alat angkut yang dapat digunakan dari kebun ke pabrik diantaranya adalah lori, traktor, dan truk. Setelah TBS sampai di pabrik, segera dilakukan penimbangan. Penimbangan penting dilakukan terutama untuk mendapatkan angka-angka yang berkaitan dengan produksi, pembayaran upah pekerja, dan perhitungan rendemen minyak sawit (Sukadi dan Widyaiswara, 2014).

Akindipe (2014) dalam penelitiannya menemukan ada masalah operasional penting dalam pengelolaan bahan baku di organisasi manufaktur. Perbaikan manajemen bahan baku ditujukan untuk mencapai efisiensi dalam praktek operasional. Masalah ketersediaan bahan baku secara eksplisit memperhitungkan penjadwalan dan kapasitas produksi secara bersama-sama dan dipertimbangkan sebagai strategi manufaktur yang berusaha untuk menggabungkan pemenuhan target produksi (Grigoriev dkk, 2005). Haloho (2008) menggunakan peramalan dan linear programming untuk tingkat alternatif kombinasi pengadaan Tandan Buah Segar (TBS) dalam memproduksi Crude Palm Oil dan Palm Kernel pada tahapan setelah kegiatan replanting. Disimpulkan bahwa tingkat produksi optimal didapatkan dari kebun sendiri agar keuntungan yang diperoleh mengalami kenaikan.

Optimalisasi merujuk pada studi permasalahan yang mencoba mencari solusi optimal, yaitu penyelesaian yang tidak melanggar batasan-batasan yang ada, yang mempunyai nilai tujuan terbesar atau terkecil, tergantung dari fungsi tujuannya yaitu maksimal atau minimal. Sedangkan nilai optimal adalah nilai dari sebuah program linier dari sebuah fungsi tujuan yang bersesuaian dengan solusi optimalnya (Muspa dan Handyga, 2014). Mukhopadhyay and Adrijit (2014) dalam penelitiannya melakukan perumusan optimalisasi produksi dengan pengadaan bahan baku melalui pendekatan *Economic Quantity Order* (EOQ) untuk menentukan jumlah pembelian (*order quantity*) dan kapan harus memesan kembali (titik pemesanan ulang).

Linear Programming. Banyak aplikasi dalam bisnis dan ekonomi melibatkan proses yang disebut optimasi, yaitu mencari biaya minimum, keuntungan maksimum, atau penggunaan sumber daya minimal. Salah satu jenis masalah optimasi disebut pemrograman linear. Sebuah masalah pemrograman linear terdiri atas dua dimensi yaitu fungsi obyektif linear dan sistem linear kesenjangan yang disebut kendala. Fungsi tujuan memberikan jumlah yang akan dimaksimalkan (atau diminimalkan), dan kendala menentukan sekumpulan solusi yang layak (Jayalakshmi dan Pandian, 2012).

Murugan dkk (2013) berhasil mengembangkan model pemrograman linear yang akurat untuk mengoptimalkan perencanaan produksi. Balogun dkk (2012) dalam penelitiannya menggunakan teknik pemrograman linear untuk memperoleh keuntungan maksimal dari produksi minuman ringan untuk Nigeria Bottling Company Nigeriadengan hasil optimal yang diperoleh dengan menggunakan metode simplex.

Formulasi model dengan metode simplex dapat dipecahkan dengan menggunakan program komputer LINDO. Cara penggunaan program ini yaitu dengan memasukkan

formulasi model matematika yang sudah dibuat ke dalam program sehingga dihasilkan tabel simpleks awal dan selanjutnya diadakan iterasi sampai mencapai solusi yang optimum (Leatimia dkk, 2013).

METODE

Penelitian ini menggunakan desain penelitian kuantitatif deskriptif dengan pendekatan studi kasus (*case study*). Variabel dalam penelitian ini merupakan penjabaran dari fungsi pada analisis optimalisasi dalam linear programming operation research dasar sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Data penelitian merupakan data sekunder yang dikumpulkan secara langsung dari pihak PMKS Sei Kandang dan POM (Palm Oil Mill) Department. Data berupa laporan perusahaan (Januari sd Desember 2014) mengenai bahan baku TBS, penjualan CPO-PK, tenaga kerja, kapasitas pabrik, dan biaya produksi serta data pendukung dari berbagai literatur dan web resmi lembaga terkait (BPS).

Populasi penelitian ini adalah semua unit bisnis di PT AMS. Pada penelitian ini sampel yang diambil adalah unit bisnis PT Asiatic Persada dengan PMKS Sei kandang dengan pertimbangan: (a) PMKS Sei kandang sudah lama dibangun dan kapasitas olah paling besar (60 ton/jam) di antara PMKS lainnya sehingga cukup berpengaruh dalam pendapatan perusahaan dari penjualan produk. (b) Dari populasi unit bisnis PT AMS yang tersebar di bebarapa wilayah, lokasi PT ASP paling dekat dari unit bisnis lainnya yaitu Jambi, dan luasan kebun, PT ASP memiliki 4 kebun dan luas totalnya 13,094 Ha, paling luas diantara unit bisnis tanah mineral. (c) Keterbatasan penulis dalam menentukan sampel secara acak karena unit bisnis PT AMS cukup banyak.

Data yang diperoleh dianalisis dengan tahap: (a) *Analisis gross margin*. Gross margin menggambarkan kemampuan PMKS Sei Kandang untuk dapat menghasilkan laba kotor. Analisis ini disusun dengan membuat kalkulasi selisih hasil penjualan CPO dan PK dengan biaya produksi (biaya pengadaan TBS dan pengelolaan). Gross margin dapat diformulasikan sebagai berikut : $\pi = TR - TC$

Dimana :

Π = Profit

TR = Total revenue (penjualan)

TC = Total cost

Tabel 2. Definisi Operasional dan Pengukuran Variabel

Variabel	Definisi Operasional	Satuan Terukur
1. Variabel Keputusan		
a. CPO	sebagai produk berupa minyak sawit mentah per kg yang dihasilkan dari pengolahan TBS sebagai pendapatan pertama perusahaan.	Kg
b. PK (Palm Kernel)	PK diinilai sebagai produk berupa bijih sawit inti yang dihasilkan dari pengolahan TBS sebagai pendapatan kedua perusahaan.	Kg
c. Harga Jual CPO	Nilai Jual CPO/Kg yang disepakati terhadap penjual.	Rp/Kg
d. Harga Jual PK	Nilai Jual PK/Kg yang disepakati terhadap penjual.	Rp/Kg

e. Biaya pengadaan bahan baku TBS dari kebun sendiri	Biaya pengadaan TBS yang dikeluarkan oleh PMKS dari kebun sendiri.	Rp/Kg TBS
f. Biaya pengadaan bahan baku TBS dari pembelian	Biaya pengadaan TBS yang dikeluarkan PMKS dari pembelian diluar kebun.	Rp/Kg TBS
g. Biaya pengolahan TBS	Biaya yang dikeluarkan dari proses pengolahan bahan baku / TBS untuk menjadi CPO dan PK	Rp/kg TBS
2. Variabel Tujuan : Maksimasi profit	Profit dalam penelitian ini adalah gross margin (laba kotor) yang diperoleh dari selisih penjualan CPO dan PK dengan biaya produksi (biaya pengadaan TBS dan pengelolaan).	Rp
3. Variabel Kendala :		
a. Ketersediaan TBS	TBS merupakan bahan baku untuk memproduksi CPO dan PK.	Kg
b. Kapasitas olah PMKS	Kemampuan pabrik untuk mengolah TBS sehingga menghasilkan CPO dan PK.	Ton TBS/Jam
c. Kuota pembelian TBS luar	Pasokan TBS dari luar kebun merupakan salah satu alternatif untuk meningkatkan sumber ketersediaan bahan baku dalam pengolahan CPO dan PK.	Ton/Hari
d.Ketersediaan tenaga kerja pengolahan	Tenaga kerja yang digunakan untuk proses pengolahan disesuaikan dengan kapasitas pabrik dengan kebutuhan proses pengolahan harian.	Jumlah Orang
e.Rendemen CPO dan PK	Persentase nilai CPO dan PK yang dihasilkan dari setiap kilogram TBS yang diolah.	%

Lanjutan Tabel 2

b) *Analisis optimalisasi dengan linear programming*. Dengan menggunakan metode linear programming untuk membantu dalam menyelesaikan optimalisasi yaitu memformulasikan permasalahan yang ada ke dalam bentuk persamaan linear sebagai berikut: (1) Menentukan variabel keputusan

X1 : Produksi CPO yang dihasilkan perbulan (kg)

X2 : Produk PK yang dihasilkan perbulan (kg)

P1 : Harga CPO/kg yang dijual perbulan

P2 : Harga PK/kg yang dijual perbulan

X3 : Biaya pengadaan bahan baku TBS/Kg dari kebun sendiri

X4 : Biaya pengadaan bahan baku TBS/Kg dari pembelian

X5 : Biaya pengolahan TBS/Kg

Variabel keputusan pada penelitian ini merupakan alternatif yang diupayakan untuk dioptimalkan, namun variabel keputusan (harga dan biaya) dianggap tetap dan mengikuti data sekunder yang ada di perusahaan. Bahan baku TBS dan produk yang dihasilkan ditujukan untuk dioptimalkan. Jumlah bahan baku TBS (kg) optimal dihitung berdasarkan biaya pengadaan TBS (Kg/TBS) baik dari kebun sendiri maupun pembelian luar.

Tabel 3. Data Aktual untuk Dasar Variabel Keputusan

Bulan	CPO (Kg)	PK (Kg)	Harga CPO (Rp/Kg)	Harga PK (Rp/Kg)	Biaya Kebun Sendiri (Kg/TBS)	Biaya Pembelian Luar (Kg/TBS)	Biaya Pengolahan (Kg/TBS)
Jan (1)	3,048,403	755,990	8,800	5,765	452	1,937	93
Feb (2)	3,469,290	818,580	9,039	6,183	470	1,983	96
Maret (3)	3,856,950	907,380	9,429	6,582	470	2,079	96
April (4)	4,352,310	1,030,900	8,560	5,989	466	1,940	96
Mei (5)	4,484,620	1,030,440	8,427	5,800	473	1,930	97
Juni (6)	4,314,060	907,872	8,620	5,883	461	1,863	95
Juli (7)	3,750,050	792,463	8,357	5,050	462	1,866	95
Agst (8)	5,370,470	1,174,810	7,636	4,370	444	1,646	91
Sept (9)	5,526,620	1,179,240	7,915	3,771	461	1,536	94
Okt (10)	4,923,090	1,102,950	7,861	4,248	492	1,643	101
Nov (11)	4,157,772	950,940	7,850	4,600	484	1,674	94
Des (12)	3,921,460	872,990	7,425	4,713	482	1,632	94

(2)Menentukan variabel tujuan Model matematis dirumuskan guna mendapatkan keuntungan maksimal. Nilai keuntungan maksimum sebagai model matematis linear dari variabel keputusan, dirumuskan sebagai selisih dari penjualan CPO dan PK yang dihasilkan dengan biaya yang dikeluarkan untuk proses produksi yaitu :

$$\text{Maksimisasi (Z)} = (\text{TR} - \text{TC})$$

$$\text{TR} = (\sum X1 * P1)_{ij} + (\sum X2 * P2)_{ij}$$

$$\text{TC} = (\sum X3)_{ij} + (\sum X4)_{ij} + (\sum X5)_{ij}$$

$$\text{TR} - \text{TC} = (\sum X1 * P1)_{ij} + (\sum X2 * X2)_{ij} - (\sum X3)_{ij} - (\sum X4)_{ij} - (\sum X5)_{ij}$$

Keterangan:

Z : Nilai variabel tujuan maksimum keuntungan (Rp)

TR = Total revenue (pendapatan kotor dari penjualan CPO dan PK)

TC = Total cost (biaya pengadaan bahan baku dan pengolahan)

X1 : jumlah CPO per bulan yang dihasilkan dari proses pengolahan TBS (Kg)

X2 : jumlah PK per bulan yang dihasilkan dari proses pengolahan TBS (Kg)

P1 : Harga CPO per Kg (Rp/kg)

P2 : Harga PK per Kg (Rp/kg)

X3 : Biaya pengadaan TBS dari kebun sendiri (Rp/Kg TBS)

X4 : Biaya pengadaan TBS dari pembelian luar kebun (Rp/Kg TBS)

X5 : Biaya pengolahan pengolahan TBS menjadi CPO dan PK (Rp/Kg TBS)

i : Sumber bahan baku ke-i (1,2,3...12)

j : Bulan produksi (Januari sd Desember)

(3)Menentukan variabel kendala dan mengekspresikan dalam persamaan hubungan linier dari variabel keputusan yang mencerminkan keterbatasan sumberdaya masalah yang dapat dirumuskan :

$$\sum_i^n X_{ij} \left\{ \begin{matrix} a \\ b \end{matrix} \right\}$$

Keterangan:

X: variabel keputusan yang memiliki batasan kriteria untuk dioptimalkan

B: Nilai Sebelah Kanan (RHS) variabel Kendala yang membatasi kriteria pengambilan variabel keputusan.

I: Sumber bahan baku ke-i (1,2,3...12)

j : Bulan produksi (Januari sd Desember)

Variabel kendala dalam penelitian ini di antaranya: ketersediaan TBS, Kapasitas olah PMKS, kuota pembelian TBS luar, ketersediaan tenaga kerja pengolahan, serta rendemen CPO dan kernel. Perhitungan nilai keuntungan dan numerik dari data penjualan CPO-PK, biaya dan data non linear menggunakan Ms. Excel. Sedangkan analisis linear programming menggunakan tools Lindo (Linear Interactive Discrete Optimizer). Ada 3 jenis analisa sebagai output dari LINDO yaitu: (a) Analisis primal dilakukan untuk mengetahui nilai setiap variabel keputusan yang diperoleh serta mengetahui sumber-sumber pemborosan yang terdapat di PMKS. Nilai pemborosan dilihat dari nilai reduce cost yang ada. Analisis primal dilakukan untuk mengetahui kombinasi pengadaan bahan baku TBS dari tiap sumber dalam pengolahan CPO dan PKO yang optimal untuk diproduksi pada PMKS sehingga diperoleh keuntungan yang maksimum (Roselina, 2011). Bagian pertama hasil olahan Lindo memuat 3 informasi yaitu (Siswanto, 2006) : (1) *Objective function value* yaitu nilai variabel tujuan dibawah label objective function value (2) Nilai optimal variabel keputusan dibawah label *value* (3) Reduce cost dibawah label *reduce cost* memberikan informasi nilai yang harus diturunkan agar nilai variabel keputusan menjadi positif. (b) Analisis Dual, nilai dual berperan dalam pengambilan keputusan terutama dalam hal pembelian sumberdaya. *Slack/surplus* adalah kelebihan atau penurunan keuntungan dari tiap pengadaan sumberdaya yang selama ini dihadapi oleh perusahaan atau organisasi. Analisis dual dilakukan untuk menilai sumberdaya yang digunakan dalam pengadaan TBS dengan melihat nilai slack/surplus dan nilai dualnya (dual price) (Roselina, 2011). Slack atau surplus menunjukkan nilai *slack* atau *surplus* masing-masing variabel kendala ketika nilai variabel tujuan mencapai nilai ekstrem. Nilai *dual price* menjelaskan perubahan yang akan terjadi pada nilai variabel tujuan bila ruas kanan variabel kendala berubah 1 unit (Siswanto, 2006) (c) Analisis Sensitivitas, Sensitivitas menjelaskan sampai sejauh mana variabel tujuan dan nilai ruas kanan variabel kendala boleh berubah tanpa harus mempengaruhi nilai optimal yang sudah diperoleh. Ada 2 macam analisis sensitivitas, a) pertama analisis sensitivitas koefisien variabel tujuan yang menjelaskan perubahan nilai variabel tujuan yang tidak mengubah nilai optimal variabel keputusan dan b) analisa nilai ruas kanan (RHS). Nilai dual price mencerminkan nilai variabel tujuan yang diakibatkan oleh perubahan setiap unit ruas kanan variabel kendala (Siswanto, 2006). Pengaruh perubahan dapat dilihat dari selang kepekaan minimum (*allowable decrease*) dan selang kepekaan maksimum (*allowable increase*). Semakin sempit selang kepekaan tingkat keuntungan atau ketersediaan sumberdaya, menunjukkan bahwa nilai tersebut paling peka dalam mengubah solusi optimal (Roselina, 2011).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi aktual dan optimal bahan baku TBS di PMKS Sei Kandang. Aktivitas pengadaan bahan baku secara garis besar dapat dibedakan menjadi aktivitas pengadaan bahan baku dari kebun sendiri dan aktivitas pengadaan bahan baku dari pembelian. Analisis primal dilakukan untuk mengetahui kombinasi pengadaan bahan baku TBS dari tiap sumber dalam pengolahan CPO dan PK yang optimal untuk diproduksi pada PMKS Sei Kandang sehingga diperoleh keuntungan yang maksimum. Hasil analisis primal diperoleh nilai optimal TBS PMKS Sei Kandang dari kebun sendiri disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai optimal TBS dari kebun sendiri Tahun 2014

Bulan	Nilai Aktual (Kg)	Nilai Optimal (Kg)	Selisih (Kg)
Januari	14,939,618	14,772,727	166,891
Februari	16,208,530	16,250,000	-41,470
Maret	18,019,014	18,055,556	-36,542
April	20,524,264	20,312,500	211,764
Mei	20,702,196	20,312,500	389,696
Juni	20,109,993	20,312,500	-202,507
Juli	17,466,549	18,055,556	-589,007
Agustus	26,168,810	27,083,334	-914,524
September	25,854,892	27,083,334	-1,228,442
Oktober	21,776,750	23,214,286	-1,437,536
November	18,756,723	20,312,500	-1,555,777
Desember	17,661,543	18,055,556	-394,013
Rata-rata	19,849,073	20,318,362	-469,289

Hasil analisis primal TBS kebun menunjukkan nilai *reduce cost* selama 12 bulan adalah nol yang artinya tidak ada pemborosan dari pengadaan TBS dari kebun. Bahan baku TBS dari kebun sendiri dari analisa primal sebanyak 9 bulan mengalami kekurangan dari kondisi optimalnya yaitu pada bulan Februari, Maret; Juni sd Desember dan ketersediaan TBS dari kebun sendiri rata-rata kekurangan 469,289 kilogram/bulan (-2,36% dari kebutuhan optimal).

Manajemen PMKS Sei Kandang sebaiknya melakukan manajemen pengadaan bahan baku TBS tanpa mengesampingkan kualitas dari 4 kebun yang dimilikinya mengingat hal tersebut akan berkaitan langsung dengan quantity dan quality CPO dan PK yang dihasilkan. Adanya kekurangan pasokan bahan baku TBS dari kebun sebagai sumber utama bisa disebabkan oleh beberapa hal diantaranya :(1) Umur tanaman kelapa sawit, Menurut standard PPKS (Pusat Penelitian Kelapa Sawit) produksi kelapa sawit maksimal pada umur 15 tahun. Produksi pada umur 20 tahun mulai menurun dan di tahun berikutnya perlu *program replanting*. Umur tanaman kebun ke PMKS Sei Kandang terbilang tua sehingga menyebabkan produksi TBS menurun. Padahal produksi dari kebun merupakan *supply* TBS utama. (2) Rotasi panen, Kriteria umum tandan buah yang dapat dipanen adalah berdasarkan jumlah brondolan yang terlepas dari tandannya dan jatuh ke tanah secara alami atau dengan istilah lain menghasilkan brondolan dalam jumlah tertentu. Pusingan/rotasi panen buah merupakan salah satu aspek atau faktor yang paling menentukan di lapangan untuk mendapatkan produksi TBS per hektar yang tinggi dan biaya per kilogram yang rendah serta FFA yang rendah. Pusingan potong buah harus dijaga/dipertahankan 7 (tujuh) hari. Hal tersebut

dilakukan agar kuantitas dan kualitas produksi dapat tercapai, namun rotasi panen juga harus didukung dengan ketersediaan tenaga panen yang cukup. (3) Pengangkutan hasil panen TBS, TBS hasil pemanenan harus segera diangkut ke PMKS untuk diolah lebih lanjut. Pengangkutan yang tepat akan membantu supply TBS sebagai baku tetap tersedia untuk proses produksi. Selain itu pengangkutan TBS dapat mempengaruhi kualitas minyak yang dihasilkan. Buah yang tidak segera diolah kandungan asam lemak bebas (ALB) nya semakin meningkat dan dapat memperkecil kadar rendemen CPO dan PK.

Bahan baku TBS di PMKS Sei Kandang tidak hanya bersumber dari kebun sendiri tetapi juga dari pembelian luar kebun. Manajemen tidak semata-mata melakukan pembelian TBS setiap bulannya. Menurut informasi departemen trading yang menjadi pertimbangan adalah biaya pembelian TBS dan juga persaingan perusahaan lain dalam pembelian TBS luar. PMKS Sei Kandang selama 2014 hanya melakukan pembelian di bulan November dan Desember. Nilai optimal analisa primal pembelian TBS luar dapat dilihat pada Tabel 5.

Pengadaan bahan baku TBS dari pembelian secara keseluruhan disarankan untuk dilakukan pada bulan Januari sd April dan Juni sd Oktober untuk memenuhi nilai optimal bahan baku untuk diolah menjadi CPO dan PK sehingga penjualannya mencapai keuntungan maksimal. Bulan Mei, November, dan Desember memiliki nilai *reduce cost* > 0 yang artinya bahwa pasokan TBS pembelian tetap layak untuk dilakukan tetapi tidak memberikan keuntungan optimal bagi perusahaan terutama di bulan November. Selama 2014 PMKS hanya melakukan 3% saja dari kebutuhan aktual. Oleh karena itu dari analisa primal disarankan PMKS melakukan kombinasi.

Tabel 5. Hasil analisis optimal bahan baku TBS pembelian Tahun 2014

Bulan	Aktual(Kg)	Nilai Optimal(Kg)	Reduce cost(Rp/Kg)
Januari	0	4,166,667	0
Februari	0	4,583,334	0
Maret	0	5,000,000	0
April	0	5,000,000	0
Mei	0	0	13
Juni	0	5,000,000	0
Juli	0	5,000,000	0
Agustus	0	2,916,666	0
September	0	2,916,666	0
Oktober	0	0	0
November	1,147,000	0	26,426
Desember	1,014,000	0	24,799
Rata-rata	180,083	4,322,917	4,270

* Sumber: data diolah

Untuk melakukan pengadaan bahan baku yaitu selain dari kebun sendiri juga melakukan pembelian TBS luar. Mukhopadhyay (2014) dalam penelitiannya mengemukakan “efisiensi pengadaan bahan baku dari pembelian untuk pendapatan seketika bisa dirumuskan dengan pendekatan optimal order quantity (EOQ)” yang dirumuskan sebagai berikut :

$$Q = \sqrt{(2C_0 * D) / (Ch(1 - D/P))}$$

Keterangan :

D = permintaan per tahun C_0 = biaya pemesanan per pesanan

Q = besarnya pesanan Ch = biaya penyimpanan per unit per tahun

$p = \text{production rated} = \text{demand rate} = D/\text{Jumlah hari kerja setahun}$

Berdasarkan rumus diatas, maka nilai optimal pembelian TBS luar yaitu :

$D = \text{Kebutuhan TBS 2014} = 306,000,000 \text{ Kg}$

$C_0 = \text{Biaya pengadaan TBS 2014} = \text{Rp } 114,963,420,038,-$

$C_h = \text{Biaya penyimpanan dianggap sama dengan biaya pengolahan} = \text{Rp } 22,844,515,995,-$

$p = \text{Kap. Olah PMKS 1 tahun} = 60 \cdot 20 \cdot 25 \cdot 12 \cdot 1000 = 360,000,000 \text{ Kg}$

$d = 306,000,000 / (25 \cdot 12) = 793,963 \text{ (dibulatkan)}$

$Q = \sqrt{(2 \cdot 306,000,000 \cdot \text{Rp } 114,963,420,038) / (\text{Rp } 22,844,515,995 \cdot (1 - 793,963))}$

$= 55,575 \text{ kg / hari}$

Jadi pembelian TBS luar optimal selama 2014 = $55,575 \cdot 25$

= 1,389,379 Kg / bulan

= 5,4% dari kebutuhan / bulan

Dengan demikian, pembelian 3% yang dilakukan oleh PMKS Sei Kandang masih dibawah batas optimal. Agar optimal TBS PMKS Sei Kandang sebaiknya melakukan pembelian TBS luar 5,4% (pada bulan Januari sd April dan Juni sd Oktober) dan sisanya 94,6 % pengadaan bahan baku TBS harus dioptimalkan dari 4 kebun sendiri milik PT ASP.

Kondisi sumberdaya terbatas di PMKS Sei Kandang. Chairunnisa (2013) mengemukakan dalam penelitiannya “perusahaan harus memperhatikan faktor-faktor/sumber produksinya agar volume produksi yang dihasilkan semakin meningkat. Produksi yang dihasilkan harus baik. Oleh karena itu, proses pengolahan produksi dari bahan baku hingga barang jadi membutuhkan beberapa faktor produksi diantaranya modal, tenaga kerja, bahan baku dan mesin”. Pada penelitian ini ada 5 variabel kendala sebagai sumberdaya terbatas yang diamati yaitu :a) *Ketersediaan Bahan Baku TBS*, Bahan baku menurut Chairunnisa (2013) adalah barang-barang yang dibeli untuk digunakan dalam proses produksi dan juga bahan dasar yang digunakan untuk memproduksi suatu barang. Bahan baku yang digunakan di proses produksi ini, yaitu Tandan Buah Segar (TBS). TBS merupakan produk utama kebun kelapa sawit dan bahan baku utama PMKS untuk memproduksi CPO dan kernel. Rendemen dan mutu produk hasil dari PMKS tergantung kepada mutu bahan baku TBS yang masuk ke pabrik dari kebun ataupun pembelian dan sistem pengolahan di PMKS. TBS di panen jika dipenuhi kriteria sebagai berikut: “Untuk tiap 1 kg berat tandan terdapat 1 brondolan lepas di TPH yang bukan brondolan parthenokarpi atau brondolan muda karena serangan tikus atau penyakit”, misalnya BJR (berat janjang rata-rata) blok adalah 10 kg maka buah yang dapat dipanen pada blok tersebut apabila brondolan yang lepas ada 10 butir brondolan di TPH. Jika ada 9 brondolan saja, maka dianggap buah mentah” (SOP Agronomy AMS/2013).

Kekurangan pasokan TBS akan menjadi kendala dalam siklus produksi PMKS Sei Kandang untuk memenuhi target produk yang dihasilkan. Analisis *dual* menghasilkan nilai *slack/surplus* nol terjadi pada bulan Januari, Februari, dan Oktober yang artinya besarnya ketersediaan bahan baku TBS pada bulan tersebut mempengaruhi nilai optimal sebagai kendala aktif terkait produksi CPO dan kernel dan pada bulan tersebut memang pasokan TBS dari kebun cukup rendah dan tidak dilakukan penambahan bahan baku dari pembelian TBS luar. (b) *Kapasitas olah PMKS Sei Kandang*, Pabrik minyak kelapa sawit terdiri dari unit-unit proses atau dikenal dengan stasiun-stasiun, memerlukan tindakan-tindakan mekanis, fisika dan kimia dalam mengolah tandan buah segar (TBS) menjadi CPO dan Kernel. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengolahan adalah efisiensi ekstraksi minyak dan inti sawit, kualitas produksi dan randemen, sedangkan kualitas produksi berpengaruh terhadap daya saing pasar.

Kapasitas olah PMKS bisa menjadi kendala apabila tidak mampu pemanfaatannya tidak diperhatikan sesuai kebutuhan produksi. Pabrik merupakan sumberdaya yang dimanfaatkan untuk mengolah TBS menjadi CPO dan PK. Kapasitas pabrik ditentukan oleh kapasitas-kapasitas mesin yang terdapat didalamnya.

Tandan buah segar (TBS) terdiri dari komponen kimia yang sebagian besar mudah mengalami perubahan-perubahan kimia akibat pengaruh dalam maupun luar. Keadaan ini memerlukan cara-cara pengolahan yang cermat dan teliti sehingga produksi PMKS dapat memenuhi keinginan konsumen dan bersaing di pasar. Mesin merupakan faktor produksi yang menentukan kelancaran suatu proses produksi. Agar proses produksi berjalan secara efisien, maka mesin yang digunakan dalam proses produksi harus dapat digunakan dengan baik. Mesin olah TBS dapat berproduksi sesuai dengan kapasitas terpasang mesin tersebut. Kapasitas produksi perusahaan biasanya menggunakan tingkat kapasitas nyata atau kapasitas pengoperasian yang sudah ditentukan. Pemanfaatan kapasitas pabrik per bulan selama tahun 2014 disajikan pada Tabel 6.

Pada Tabel 6 persentase pemanfaatan kapasitas diperoleh dari rasio penggunaan kapasitas pabrik pada kondisi aktual dengan jumlah kapasitas pabrik setiap bulannya. Hasil pendekatan linear programming menunjukkan bahwa pada kondisi saat ini, kapasitas PMKS Sei Kandang rata-rata baru digunakan sebesar 67% persen dari kapasitas maksimalnya. Hal ini menunjukkan 33% kapasitas pabrik yang belum digunakan. Hasil analisa *dual* bulan Agustus dan September memiliki nilai nol dan memiliki nilai *dual prices*. Hal ini menunjukkan kendala aktif yang akan mempengaruhi variabel tujuan.

Tabel 6. Hasil Analisis Optimalisasi Pemanfaatan Kapasitas PMKS Sei Kandang

Bulan	Kapasitas PMKS (kg)	Pemanfaatan Kapasitas PMKS Aktual (Kg)	Persentase Pemanfaatan Kapasitas Olah PMKS (%)
Januari	30,000,000	14,939,618	50
Februari	30,000,000	16,208,530	54
Maret	30,000,000	18,019,014	60
April	30,000,000	20,524,264	68
Mei	30,000,000	20,702,196	69
Juni	30,000,000	20,109,993	67
Juli	30,000,000	17,466,549	58
Agustus	30,000,000	26,168,810	87
September	30,000,000	25,854,892	86
Oktober	30,000,000	21,776,750	73
November	30,000,000	19,903,723	66
Desember	30,000,000	18,675,543	62
Rrata-rata	30,000,000	240,349,882	67

Tabel 7. Jam Olah PMKS Sei Kandang 2014

Month	Work Days	Processing (Hour)	TBS (Kg)	Process
Jan	25	10	14,939,618	
Feb	25	11	16,208,530	
Mar	26	12	18,019,014	
Apr	24	14	20,524,264	
Mei	26	14	20,702,196	
Jun	26	13	20,109,993	
Jul	26	12	17,466,549	
Agu	26	17	26,168,810	
Sep	25	17	25,854,892	
Okt	26	15	21,776,750	
Nov	25	13	19,903,723	
Des	25	12	18,675,543	
TOTAL	305	160	240,349,882	

* Sumber : Data PT ASP 2014

PMKS Sei Kandang memiliki kapasitas olah 60 ton/jam dengan waktu olah 20 jam/hari. Kapasitas olah per bulan belum mencapai 20 jam. Evaluasi kinerja pengolahan di PMKS guna memperkuat daya saing untuk produk yang dihasilkan perlu dilakukan. Pemanfaatan kapasitas PMKS Sei Kandang belum optimal selain disebabkan pasokan bahan baku yang kurang baik dari kebun sendiri maupun pembelian TBS luar juga disebabkan sistem perawatan yang kurang baik dan berkesinambungan sehingga menyebabkan kerusakan pada alat-alat/mesin. Akibatnyaterjadi penurunan jam olah dan kapasitas olah CPO dan kernel. (c) *Kuota Pembelian TBS*, Kebijakan perusahaan menetapkan batasan kuota pembelian TBS untuk mengoptimalkan keuntungan PMKS dengan tetap menjaga kontinuitas proses produksi. Selain itu PT ASP menyadari bahwa umur tanaman kelapa sawit mayoritas diatas 20 tahun. Dengan demikian diperlukan alternantif supply bahan baku TBS. Kuota pembelian TBS dari manajemen department trading HO adalah maksimum 5.000.000 kg/bulan. Meskipun ada kebijakan tersebut PMKS Sei Kandang tidak serta merta melakukan pembelian tersebut dan bisa menjadi kendala dengan 2 hal yang menjadi pertimbangan yaitu: (1) Harga beli TBS luar/Kg dikhawatirkan akan menambah biaya pengadaan bahan baku. (2) Seringnya PMKS Sei Kandang kalah bersaing dengan PMKS milik perusahaan lainnya yang bergerak dalam pengolahan kelapa sawit (Tabel 8).

Tabel 8. Jumlah PMKS di Jambi

O	Kabupaten Jambi	Jumlah (Unit)	
		Perusahaan	PMKS
	Batang Hari	3	3
	Muaro Jambi	8	10
	Bungo	4	4
	Sarolangun	1	1
	Merangin	2	5
	Tanjab Barat	5	6
	Tebo	3	4
	Jumlah	26	33

Analisis dual menunjukkan nilai *slack/surplus* nol terjadi pada bulan Maret-April; Juni-Juli yang artinya jika dilakukan pembelian TBS maka dapat memenuhi kuota pembelian TBS luar pada bulan tersebut dan akan mempengaruhi nilai optimal sebagai kendala aktif. Nilai *slack/surplus* setiap bulan berbeda, hal ini menunjukkan bahwa perusahaan dapat menggunakan batasan maksimal kuota TBS pembelian yaitu 5.000.000 kg/Bulan. (d) *Ketersediaan tenaga kerja pengolahan di PMKS Sei Kandang*, Tenaga kerja merupakan salah satu faktor yang terpenting dalam proses produksi untuk menghasilkan barang maupun jasa di samping faktor produksi modal, teknologi dan sumber daya alam. Tenaga kerja dibutuhkan untuk melakukan proses transformasi dari bahan menjadi barang jadi yang dikehendaki oleh perusahaan. Tenaga kerja berperan sebagai suatu faktor yang berbeda dengan bahan baku serta mesin maupun modal. Pada penelitian ini yang dimaksud dengan tenaga kerja adalah jumlah jam kerja karyawan yang secara langsung mempengaruhi proses produksi pengolahan TBS di PMKS Sei Kandang.

Tenaga kerja pengolahan termasuk variabel kendala karena bagian dari sumberdaya yang dimiliki perusahaan dan memiliki peran penting sebagai pelaku aktif dalam operasionalisasi setiap proses produksi CPO dan PK yang dimulai dari penggunaan mesin hingga penjualan produk. Nilai *slack/surplus dual price* ketersediaan tenaga kerja pengolahan selama 12 bulan adalah 0 menunjukkan bahwa tenaga kerja pengolahan merupakan kendala sangat aktif. (e) *Rendemen CPO dan Kernel*, Rendemen merupakan perolehan dari minyak sawit mentah/crude palm oil (CPO) ataupun inti sawit/palm kernel dari proses pengolahan tandan buah segar (TBS) kelapa sawit di pabrik yang dibandingkan dengan jumlah tandan buah segar (TBS) yang diolah yang dinyatakan dalam satuan persen. Rendemen CPO dan kernel termasuk kendala karena terkait mutu TBS sebagai bahan baku untuk digunakan sebagai produk yang akan dijual, semakin tinggi nilai rendemen maka menunjukkan kualitas TBS tersebut baik untuk produksi jumlah CPO dan Kernel.

TBS diolah di PMKS untuk diambil minyak dan intinya. CPO dan kernel merupakan produk setengah jadi dan harus diolah lebih lanjut untuk dijadikan produk turunan lainnya. TBS terdiri dari komponen kimia yang sebagian besar mudah mengalami perubahan-perubahan kimia akibat pengaruh dalam maupun luar. Keadaan ini memerlukan cara-cara pengolahan yang cermat dan teliti sehingga produksi PMKS dapat memenuhi keinginan konsumen dan bersaing di pasar. Minyak sawit dan inti sawit yang diproduksi oleh PMKS masih mendapat perlakuan lanjut pada industri hilir. Kualitas bahan baku tersebut juga mempengaruhi keberhasilan dalam pengolahan lanjutan dimana perusahaan menetapkan target rendemen CPO 24% dan kernel 5,5%. Stasiun proses pengolahan yang ada di PMKS Sei Kandang terdiri dari : (1) Stasiun Penerimaan (*fruit reception*): sebelum diolah di PMKS TBS dari kebun dan pembelian diterima distasiun penerimaan buah. dapat diketahui mutu TBS yang akan diolah dan sangat menentukan kualitas produk CPO dan kernel, dimana yang paling utama terutama sortasi terhadap kebersihan TBS dan buah mentah. (2) Stasiun Perebusan (*sterilizer*): TBS dipanaskan dengan uap pada temperatur tinggi dengan tujuan menghentikan perkembangan asam lemak bebas (ALB) atau *free fatty acid* (FFA), memudahkan pemipilan pengolahan lanjut. (3) Stasiun Pemipilan (*stripper*): pemipilan adalah proses pelepasan brondolan agar lepas dari tandannya, brondolan yang keluar akan ditampung dan dilanjutkan ke stasiun lainnya. (4) Stasiun Pencacahan (*digester*) dan pengempaan (*presser*) : brondolan yang telah terpipil dari stasiun *stripper* diangkut ke bagian *digester* untuk dicacah dan di pressing hingga minyak dengan mudah dapat dipisahkan dari daging buah. (5) Stasiun Pemurnian (*clarifer*): minyak dari proses pengempaan masih perlu dibersihkan dari

kotoran baik yang berupa padatan (*solid*) ataupun lumpur (*sludge*) sehingga diperoleh minyak dengan kualitas baik dan dapat dijual dengan harga layak. (6) Stasiun pemisahan biji dan kernel: proses pemisahan biji-serabut dari ampas pengempaan untuk memperoleh biji sbersih mungkin, kemudian dari biji tersebut menghasilkan inti sawit (kernel).

Pengolahan TBS menjadi CPO melewati berbagai proses produksi. Hasil pengolahan data menunjukkan nilai rata-rata *dual price* adalah 8.327. Nilai *dual price* tersebut memiliki arti jika rendemen CPO mengalami peningkatan/penurunan sebesar 1% maka PMKS memiliki kontribusi peningkatan keuntungan sebesar sebesar Rp 8,327 /kg/bulan dari CPO yang dihasilkan. Oleh karena itu peningkatan pasok TBS perlu diperhatikan karena persentase CPO merupakan perbandingan CPO yang dihasilkan terhadap TBS yang diolah.

Melalui proses pemurnian minyak di stasiun pemurnian diharapkan dapat diperoleh produksi CPO yang berkualitas baik dengan kehilangan minyak yang minimal. Standard kualitas CPO yang ditetapkan di AMS Group adalah sebagai berikut:

FFA (Kadungan asam lemak bebas) : < 3.50 %
 Kadar air (moisture) : < 0.15 %
 Kadar kotoran (dirt) : < 0.015 %
 DOBI (indek pemucatan warna CPO) : > 2.00 %

Dengan total kehilangan minyak (*oil losses*) maksimum adalah:

Oil losses di decanter solid : 0.10 % terhadap TBS
 Oil losses di sludge : 0.35 % terhadap TBS

Salah satu sistem manajemen yang diterapkan untuk mendapatkan jumlah rendemen yang optimal adalah menekan terjadinya kehilangan minyak (*oil losses*) pada CPO selama proses produksi (Devani dan Marwiji, 2014). Selain itu pengangkutan TBS setelah dipanen dari kebun juga mempengaruhi mutu TBS, karena TBS yang dipanen harus segera diangkut ke PMKS agar bisa langsung direbus untuk menekan kadar FFA.

Pengolahan kernel sebagai produk kedua diperoleh dari ampas press yang telah dicacah, dimana pemisahan nut di PMKS Sei Kandang menggunakan metode berat jenis. Dengan adanya daya hisap dari blower maka bagian dari ampas yang berat jenisnya ringan terhisap dan jatuh di fibre cyclone sedangkan yang berat jenisnya lebih tinggi masuk ke polishing drum (bijih inti/kernel). Pengutipan kernel meliputi aspek kegiatan pemecahan biji, pemisahan kernel dari cangkang, pengeringan serta penyimpanan kernel. Kebijakan yang ditetapkan oleh AMS Group adalah: (a) Melalui proses pemecahan biji diharapkan diperoleh efisiensi pemecahan yang optimum dengan mempertimbangkan broken kernel. (b) Pemisahan kernel dengan cangkang diharapkan diperoleh kernel dengan kualitas sesuai standard dan kehilangan kernel seminimal mungkin. (c) Dengan pengeringan diharapkan kadar air kernel produksi sesuai standard sehingga lebih tahan disimpan.

Standard kualitas kernel yang ditetapkan AMS Group adalah sebagai berikut :

Kadar air kernel : max 7.00 % terhadap sampel
 Kadar kotoran : max 7.00 % terhadap sampel
 Kernel pecah (broken kernel) : max 15.00 % terhadap sampel.

Total kehilangan kernel (*kernel losses*) di stasiun pemisahan kernel maksimal adalah:

Kernel losses di dry shell : 2.5 % terhadap sampel
Kernel losses di wet shell : 3.0 % terhadap sampel

Rata-rata nilai *dual price* untuk kendala rendemen kernel adalah 5.765. Nilai *dual price* tersebut berarti untuk setiap kenaikan 1% rendemen kernel akan memberikan kontribusi peningkatan keuntungan sebesar Rp 5.765/Kg/bulan dari kernel yang dihasilkan.

Sensitivitas dilakukan untuk mengetahui sejauh mana perubahan variabel keputusan dan kendala terhadap pencapaian nilai variabel tujuan. Pengaruh perubahan dapat dilihat dari selang kepekaan yang terdiri atas batas minimum (*allowable decrease*) dan batas maksimum (*allowable increase*). Hasil olahan sensitivitas dengan menggunakan program LINDO terdiri atas dua bagian yaitu: (a) Analisis sensitivitas variabel tujuan, Keputusan yang berhubungan dengan perolehan keuntungan yaitu selang perubahan pengadaan TBS diperbolehkan agar solusi optimal dalam perencanaan pengadaan bahan baku tetap berlaku. Jika variabel memiliki batasan kenaikan nilai jumlah CPO dan kenel yang tidak terhingga (*infinity*) dan batas penurunan yang diperbolehkan sebesar nilai tertentu, hal ini menunjukkan bahwa sebarang kenaikan produksi CPO di perusahaan tidak akan mempengaruhi solusi optimal pada kondisi model aktual. Sedangkan untuk variabel secara keseluruhan memiliki batasan kenaikan sebesar nilai tertentu dan batas penurunan yang tidak terhingga (*infinity*) memiliki arti bahwa sebenarnya pada kondisi aktual tidak menguntungkan bila diadakan. Berdasarkan analisis sensitivitas menunjukkan bahwa variabel keputusan yang dapat mempengaruhi nilai variabel tujuan yaitu produksi CPO dan PK bulan Mei, dan pembelian TBS luar bulan Agustus dan September karena harga CPO, PK, dan pembelian TBS luar berada diselang kepekaan penurunan dan kenaikan maksimum. (b) Analisis sensitivitas ruas kanan (variabel kendala), Analisis sensitivitas ruas kanan kendala atau sering disebut dengan Right Hand Side (RHS) berkaitan dengan status sumberdaya yang terbatas dalam mengoptimalkan pengadaan bahan baku TBS untuk produksi CPO dan PK. Haloho (2008) menyatakan, “apabila suatu sumberdaya merupakan kendala pembatas, maka sumberdaya tersebut memiliki nilai kenaikan dan penurunan sebesar nilai hasil analisis sensitivitasnya dan sebaliknya, jika sumberdaya tersebut merupakan kendala bukan pembatas, maka akan memiliki nilai kenaikan/penurunan yang tidak terbatas (*infinity*)”.

Tabel 9. Analisis Sensitivitas RHS Variabel kendala

o	Variabel Kendala	Nilai RHS	Rata-Rata <i>Allowable Increase</i>	Rata-Rata <i>Allowable Decrease</i>	Status
	Ketersediaan bahan baku TBS	0	1,258,333	2,275,000	Peka
	Kapasitas olah PMKS	30.000.000	2,083,334	2,916,666	Peka
	Kuota Pembelian	5.000.000	410,880	5,000,000	Peka
	Tenaga kerja pengolahan	1.625	464	873	Peka
a	Rendemen CPO	0	<i>Infinity</i>	4,945,578	Kurang peka
b	Rendemen PK	0	<i>Infinity</i>	1,099,605	Kurang peka

Haloho (2008) dalam penelitiannya juga menyatakan, “semakin sempit selang kepekaan tingkat keuntungan atau ketersediaan sumberdaya, menunjukkan bahwa nilai tersebut paling peka dalam mengubah solusi optimal”. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa urutan variabel kendala yang paling peka mempengaruhi nilai optimal tujuan adalah : (1) Ketersediaan tenaga kerja pengolahan.

Rataan nilai dual price untuk kendala tenaga kerja sebesar Rp 19.160.803 yang artinya jika ketersediaan tenaga kerja ditambah atau meningkatkan jumlah satu HOK tiap bulannya, maka PMKS memiliki peluang untuk meningkatkan keuntungan sebesar Rp 19.160.803/bulan. (2) Ketersediaan bahan baku TBS, Tahun 2014 kebun hanya mampu menyediakan 78% dan keraguan manajemen untuk melakukan pembelian TBS luar sehingga dari analisa dual diperoleh rata-rata perbulan bahan baku TBS PMKS Sei Kandang -469,289 Kg. (3) Kuota pembelian TBS luar, Kuota pembelian TBS 5000 Ton/Bulan belum sepenuhnya dimanfaatkan karena pertimbangan akan biaya pembelian TBS/kg. Dimana selama 2014 PMKS hanya melakukan pembelian TBS luar bulan November dan Desember sebesar 3% dari kebutuhan, dan melalui analisa EOQ optimalnya pembelian yang dilakukan oleh PMKS Sei Kandang adalah 5,4%. (4) Kapasitas olah PMKS, Pada pembahasan hasil dual output LINDO memang rata-rata kapasitas olah PMKS Sei Kandang ditahun 2014 baru digunakan 67%. Hal ini menunjukkan bahwa masih terdapat rata-rata 23 % kapasitas pabrik yang belum digunakan yang memang disebabkan karena bahan baku TBS yang belum optimal.

Perbandingan Keuntungan Aktual dan Optimal PMKS Sei Kandang. Optimalisasi pengadaan TBS diukur dari adanya peningkatan laba kotor perusahaan. Hasil olahan data yang disajikan pada Tabel 10 menunjukkan nilai variabel tujuan pada kondisi optimal Rp382.177.000.000,- sedangkan keuntungan aktual Rp 345.166.399.188,-. Ada selisih laba kotor sebesar Rp 37.010.600.812,- atau dapat dikatakan 10,87% dapat dioptimalkan melalui linear programming. Selisih nilai keuntungan optimal dan aktual disebabkan adanya 4 dari 6 variabel kendala yang peka terhadap pencapaian nilai optimal variabel tujuan yang dijelaskan pada analisis sensitivitas sebelumnya.

Tabel 10. Perhitungan Selisih Keuntungan Aktual dan Optimal PMKS Sei Kandang

Keterangan	Keuntungan
o	
Keadaan optimal PMKS Sei Kandang	Rp 382.177.000.000,-
Keadaan aktual PMKS Sei Kandang	Rp 345.166.399.188,-
Selisih keuntungan	Rp 37.010.600.812,-
Optimal Keuntungan	10,72%

PENUTUP

Berdasarkan pendekatan analisis linear programming diketahui bahwa ketersediaan bahan baku TBS rata-rata perbulan mengalami kekurangan. Melalui pendekatan *optimal* EOQ pembelian TBS luar selama 2014 masih dibawah standard optimal sehingga PMKS Sei Kandang perlu memperbaiki kebijakan kombinasi pengadaan bahan baku TBS dari kebun sendiri melakukan pembelian TBS dari luar.

Dari pendekatan analisis linear programming sensitivitas variabel kendala, pemanfaatan sumberdaya terbatas yang berpengaruh terhadap pencapaian keuntungan perusahaan sehingga perlu dievaluasi yaitu ketersediaan tenaga kerja pengolahan, ketersediaan bahan baku TBS, kuota pembelian TBS luar, dan kapasitas olah PMKS.

DAFTAR RUJUKAN

- Akindipe, O. S. (2014). “The role of raw material management in production operations”. *International Journal of Managing Value and Supply Chains (IJMVSC)*, 5(3), 37-44.
- Anonim. 2013. *Standard Operasional Procedure Palm Oil Mill*. PT. Asiatic Persada, Jambi.
- . 2013. *Standard Operasional Procedure Agronomy*. PT. AMS, Jakarta.
- Balogun, O.S., Jolayemi, E.T., Akingbade, T.J & Muazu, H.G. (2012). “Use of linear programming for optimal production in a production line in coca–cola bottling company, ilorin”. *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)*, 2, 2004-2007.
- Chairunnisa, T. L. T. (2013). “Analisis pengaruh faktor produksi terhadap produksi crude palm oil (CPO) Pada Perseroan Perkebunan Nusantara (PTPN) III Kebun Sei Daun Labuhan Batu”. *Jurnal e-maksi Harapan* 1(1), 66-71.
- Devani, V & Marwiji. (2014). “Analisis kehilangan minyak pada crude palm oil (CPO) dengan menggunakan metode statistical process control”. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 13(1), 28-42.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2014). Pertumbuhan Areal Kelapa Sawit Meningkatkan. Diakses 5 April 2015 dari <http://ditjenbun.pertanian.go.id/berita-362-pertumbuhan-areal-kelapa-sawit-meningkat.html>.
- Grigoriev, A., Martijn, H & Joris Van de Klundert. (2005). “Basic scheduling problems with raw material constraints”. *Journal Naval Research Logistics*, 52, 527-535.
- Hadiguna, R. A & Machfud. 2008. “Model perencanaan produksi pada rantai pasok crude palm oil dengan mempertimbangkan preferensi pengambil keputusan”. *Jurnal Teknik Industri*, 10(1), 38-49.
- Haloho, E. (2008). “Analisis optimalisasi pengadaan tandan buah segar (TBS) sebagai bahan baku industri pengolahan crude palm oil (CPO) dan palm kernel (PK). Studi Kasus Kegiatan Replanting PT. Perkebunan Nusantara VIII, Kertajaya, Kabupaten Lebak, Banten”. *Skripsi*. IPB : Bogor.
- Jayalakshmi, M & P.Pandian. (2012). “A New method for finding an optimal fuzzy solution for fully fuzzy linear programming problems”. *Journal of Engineering Research and Application*, 2(4), 247-254.
- Kassim, M.S., Wan Ishak, W., Abdul, R.R & Siti, K.B. (2012). “Oil palm fresh fruit bunches (FFB) growth determination system to support harvesting operation”. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 10(2), 620-625.
- Kiswanto, J. H. Purwanta, dan B. Wijayanto. (2008). *Teknologi budidaya kelapa sawit*. Balai Besar Pengkajian Dan Pengembangan Teknologi Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Lampung.
- Leatemia, K. E., Mandagi R. J. M., Tarore H. dan Malingkas G. Y. (2013). “Optimasi biaya dan durasi proyek menggunakan program lindo (studi kasus: pembangunan dermaga penyeberangan salakan tahap II)”. *Jurnal Sipil Statik* 1(4), 276-282.
- Lubis, A. U. (2008). *Kelapa sawit di Indonesia, Edisi 2*. Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) : Medan.
- Marque, Alexandra F. , Mikael Rönnqvist, Sophie D’Amours, Andrés Weintraub, J. Gonçalves, J.G. Borges, Patrick Flisberg. 2012. “Solving the Raw Materials Reception

- Problem Using Revenue Management Principles: An Application to Portuguese Pulp”. *Journal Cirrelt The Science of Network*, 1-27.
- Mukhopadhyay, A. and Adrijit, G. (2014). “Economic production quantity (EPQ) model for three type imperfect items with rework and learning in setup”. *An International Journal of Optimization and Control (IJOCTA) : Theories & Applications* 4(1), 57-65.
- Murugan, S., Jeun, K.C. & Haeryip, S. 2014. “Linear programming for palm oil industry”. *International Journal of Humanities and Management Sciences (IJHMS)* 1, 184-187.
- Muspa, A & Handyga, P. (2014). “Optimasi produksi menggunakan metode fuzzy linear programming”. *Jurnal Mahasiswa Statistik*, 2(4), 305-308.
- Rifai, N., Yusman, S., Hermanto, S & Gumbira, S. (2014). “The Development and prospect of indonesian palm oil industry and its derivative products”. *IOSR Journal of Economics and Finance (IOSR-JEF)*, 4, 27-39.
- Roselina, B. (2011). “Optimalisasi pengadaan tandan buah segar (TBS) sebagai bahan baku industri pengolahan Crude palm oil (CPO) dan palm kernel oil (PKO) Studi Kasus PKS Adolina PT. Perkebunan Nusantara IV”. *Skripsi*. IPB : Bogor.
- Siswanto. (2006). *Operation Research*. Erlangga. Jakarta.
- Sukadi dan Widyaiswara, M. (2014). *Teknik Menganan Kelapa Sawit*. Balai Besar Pelatihan Pertanian Binuang. Kalimantan Selatan.
- Subramaniam, V, Choo Yuen May, Halimah, M., Zulkifli, H., Yew Ai Tan & Puah Chiew Wei. (2010). “Life cycle assessment of the production of crude palm kernel oil”. *Journal of Oil Palm Research*, 22, 904-912