

ANALISIS EFISIENSI PENGGUNAAN TENAGA KERJA DAN OPTIMASI PRODUKSI PADA PENGOLAHAN CPO

(Studi Kasus: PKS PT. Sinar Sawit Lestari Tbk. Damuli-Aek Kanopan)

Sri Ayu W. Saragih *), **Salmiah**)**, **Sri Fajar Ayu**)**

- *) Alumni Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara
Jl.Tanggung Bongkar 5, Mandala By Pass, Medan
Hp. 082365771626, E-mail: saragihstriayu@gmail.com
- ***) Staf Pengajar Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk menganalisis tingkat efisiensi penggunaan tenaga kerja pada pengolahan CPO di daerah penelitian dan menganalisis tingkat optimasi penggunaan tenaga kerja pada pengolahan CPO di daerah penelitian. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode penentuan daerah penelitian secara sengaja (*purposive*) berdasarkan pertimbangan tertentu. Metode pengumpulan data terdiri dari data sekunder (1 tahun) dan primer (24 sampel) yaitu keseluruhan tenaga kerja pada pengolahan CPO di pabrik kelapa sawit yang diteliti. Analisis dalam penelitian ini dilakukan dengan analisis *frontier* dan *linear programming* menggunakan alat bantu *Frontier 4.1* dan *ABQM*. Hasil penelitian menunjukkan penggunaan tenaga kerja pada pengolahan CPO dikatakan efisien baik secara teknis maupun ekonomis. Dapat dilihat dari hasil perhitungan efisiensi teknis yakni sebesar 0,80. Dengan nilai $0,80 < 1$ maka penggunaan input tenaga kerja dikatakan efisien secara teknis. Sedangkan untuk mendapatkan efisiensi ekonomis diperoleh dari perhitungan $NPMx/Px = 1$ yakni sebesar 0,34. Dengan nilai $0,34 < 1$ maka penggunaan input tenaga kerja pada pengolahan CPO dikatakan efisien secara ekonomis. Produksi CPO periode Juni 2015 dikatakan optimal. Berdasarkan perhitungan menggunakan *Linear Programming* diperoleh optimasi produksi sebesar 1800 ton CPO. Bila dibandingkan dengan data *real* yang diperoleh dari daerah penelitian, diketahui bahwa produksi CPO periode Juni 2015 sebesar 2.701,59 ton.

Kata Kunci: *efisiensi, optimasi, tenaga kerja, produksi*

ABSTRACT

The purpose of this study are to analyze the efficiency grade of labor applying in CPO processing in researched district and to analyze optimal grade of labor applying in CPO processing in researched district. This study used purposive method in deciding district. The data in this study are yearly data (secondary) and 24 samples (primer data) namely all of labors in CPO processing in palm factory researched. The analysis of this study used Frontier and Linear Programming analysis with Frontier 4.1 and ABQM application. The results show that labor

applying in CPO processing is efficient in technical and economical. It can be seen in calculation of technical efficiency 0,80, which is < 1 , so the number of labor is technically efficient. The economic efficiency based on the calculation $VMP_x/P_x = 1$ found that the value is 0,34, which is < 1 , means that the labor employ in CPO processing is efficient economically. The production of CPO in June 2015 is optimal, based on the calculation of Linear Programming which is 1800 ton of CPO. If it is compared with real data, it is found that production of CPO in June 2015 is 2701,59 ton.

Keywords: *efficiency, optimization, labor, production*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sektor pertanian memegang peranan penting dalam perekonomian nasional, karena selain menyediakan pangan bagi seluruh penduduk, sektor ini juga menyumbang devisa, menyediakan kesempatan kerja dan mendukung perkembangan sektor lain terutama dalam penyediaan bahan baku bagi industri. Sektor pertanian yang diunggulkan adalah sektor perkebunan (Hasibuan, 2008).

Sumatera Utara memiliki beberapa komoditi unggulan di sektor perkebunan dan pertanian. Salah satu komoditi unggulan di sektor perkebunan adalah komoditi kelapa sawit. Saat ini Sumatera Utara memproduksi kelapa sawit hanya sampai pada bahan setengah jadi seperti CPO (*Crude Palm Oil*) dan PKO (*Palm Kernel Oil*).

Pada pengolahan CPO dilakukan di pabrik kelapa sawit yang akan mengolah tandan buah segar (TBS) hingga menjadi produk CPO dan PKO. Pengolahan CPO saat ini sudah dipermudah dengan adanya teknologi mesin pada hampir keseluruhan proses produksi. Walaupun sudah menggunakan teknologi mesin, pabrik tetap menggunakan tenaga kerja untuk mendampingi dan mengontrol kinerja mesin. Penggunaan tenaga kerja ini harus mampu mengimbangi efisiensi mesin karena kinerja mesin sudah sangat dominan dalam pengolahan CPO. Maka penggunaan tenaga kerja sebagai input produksi harus dilakukan secara efisien agar dapat memperoleh produksi optimal dan menghasilkan keuntungan yang maksimal bagi perusahaan. Atas dasar hal

tersebut, peneliti tertarik untuk meneliti efisiensi penggunaan tenaga kerja dan optimasi produksi pada pengolahan CPO.

Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, masalah yang dirumuskan adalah bagaimana tingkat efisiensi penggunaan tenaga kerja pada pengolahan CPO di daerah penelitian, bagaimana tingkat optimasi produksi pada pengolahan CPO di daerah penelitian?

Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian adalah untuk menganalisis tingkat efisiensi penggunaan tenaga kerja pada pengolahan CPO di daerah penelitian, dan untuk menganalisis tingkat optimasi produksi pada pengolahan CPO di daerah penelitian.

TINJAUAN PUSTAKA

Landasan Teori

Dalam teori ekonomi, ada dua pengertian efisiensi, yaitu efisiensi teknis dan efisiensi ekonomis. Efisiensi ekonomis mempunyai sudut pandang makro yang mempunyai jangkauan lebih luas dibanding efisiensi teknis yang bersudut pandang mikro. Pengukuran efisiensi teknis cenderung terbatas pada hubungan teknis dan operasional dalam proses konversi input menjadi output. Akibatnya usaha untuk meningkatkan efisiensi teknis hanya memerlukan kebijakan mikro yang bersifat internal, yaitu dengan pengendalian dan alokasi sumberdaya yang optimal. Dalam efisiensi ekonomis, harga tidak dianggap given, karena harga dapat dipengaruhi oleh kebijakan makro (Walter, 1995).

Menurut Marsaulina N (2011) jika pengertian efisiensi dijelaskan dengan pengertian input-output maka efisiensi merupakan rasio antara output dengan input atau dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$E = O/I$$

Dimana:

E = efisiensi

O = Output

I = Input

Dalam optimasi, perusahaan akan mendapatkan hasil terbaik sesuai dengan batasan yang diberikan. Optimasi merupakan pencapaian suatu keadaan yang terbaik, yaitu pencapaian suatu solusi masalah yang diarahkan pada batas maksimum dan minimum (Soekartawi, 1992).

Optimasi dengan kendala pada dasarnya merupakan persoalan dalam menentukan nilai peubah-peubah suatu fungsi menjadi maksimum atau minimum, dengan memperhatikan keterbatasan-keterbatasan yang ada. Keterbatasan tersebut meliputi semua faktor produksi yang digunakan dalam proses produksi seperti lahan, tenaga kerja dan modal (Supranto, 1988).

Menurut Pindyck (2007), pada titik *inflection point* besarnya $E_p = 1$, karena $AP=MP$, pada titik maksimum point $E_p = 0$ karena MP adalah nol. Daerah- daerah produksi menurut E_p ini adalah:

1. Daerah inefisien I, yaitu dari titik $X=0$ sampai ke Marginal Product (MP) mencapai maksimum, atau $E_p > 1$
2. Daerah efisien, dari MP maksimum sampai $MP=0$ atau $0 < E_p \leq 1$.
3. Daerah inefisien II, yaitu dari titik MP mulai negatif sampai seterusnya atau $0 > E_p$ sampai ke kanan seterusnya.

METODE PENELITIAN

Metode Penentuan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Desa Damuli, Aek Kanopan, Kecamatan Kualuh Selatan, Kabupaten Labuhan Batu Utara yang dipilih secara sengaja (*purposive*) karena Kabupaten Labuhan Batu merupakan salah satu sentra produksi CPO terbesar di Sumatera Utara

Metode Penentuan Sampel

Metode pengambilan sampel adalah metode sensus, dimana seluruh tenaga kerja pada bagian pengolahan CPO yang bekerja di PKS PT. Sinar Sawit Lestari Tbk. Damuli-Aek Kanopan dijadikan sampel. Adapun jumlah sampel yang akan diteliti adalah sebanyak 24 responden.

Metode dan Teknik Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh langsung melalui wawancara kepada responden dengan menggunakan daftar pertanyaan (kuesioner) yang telah dibuat terlebih dahulu. Selain itu, data primer diperoleh dari manajemen pabrik yang akan diteliti. Sedangkan data sekunder merupakan data yang diperoleh dari sumber-sumber lain yang relevan, seperti Badan Pusat Statistik Sumatera Utara yang dapat mendukung kelengkapan data dalam penelitian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat Efisiensi Teknis dan Efisiensi Ekonomis Penggunaan Tenaga Kerja pada Pengolahan CPO

Daerah penelitian saya di PKS PT. Sinar Sawit Lestari Tbk. Damuli–Aek Kanopan. Pabrik kelapa sawit ini memiliki 24 tenaga kerja yang dibagi dalam 2 *shift* karena pabrik beroperasi selama 24 jam. Lebih rinci lagi, 12 tenaga kerja bekerja pada pukul 07.00 – 18.00 WIB dan 12 tenaga kerja lainnya bekerja dari pukul 18.00 – 07.00 WIB. Dengan hitungan waktu kerja normal 7 jam, sedangkan sisa jam kerjanya dihitung waktu lembur. Pembagian *shift* ini dilakukan secara bergilir dalam setiap satu minggu.

Tenaga kerja di PKS PT. Sinar Sawit Lestari Tbk. Damuli–Aek Kanopan sebelumnya sudah diberi pelatihan oleh manajemen pabrik sebelum mereka bergabung dan menjadi tenaga kerja di pabrik tersebut. Masing-masing tenaga kerja memiliki peran pada setiap stasiun pengolahan. Adapun pembagian tenaga kerja berdasarkan masing-masing peran mereka adalah sebagai berikut.

- a. Stasiun *Loading Ramp* : 1 orang
- b. Stasiun *Sterilizer* : 8 orang
- c. Stasiun *Thresher dan Press* : 1 orang
- d. Stasiun Klarifikasi : 2 orang

Efisiensi Teknis

Efisiensi teknis dalam ekonomi produksi adalah suatu kondisi yang jumlah pemakaian input tertentu mempunyai *Average Product* (AP) dalam keadaan maksimum. *Average Product* (AP) disebut juga sebagai rasio output per input. Dimana input yang digunakan sebanyak 24 orang dan output CPO yang dihasilkan untuk periode Juni 2015 sebesar 2701,59 ton.

Data input dan output diatas digunakan untuk memperoleh nilai AP maksimum sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{AP maks} &= \frac{\text{Total Product}}{\text{input}} \\ \text{AP maks} &= \frac{2701,59}{24} = 112,566 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

Nilai *Average Product* diperoleh sebesar 112,566 ton/hari. Artinya, bila pabrik kelapa sawit mampu memproduksi CPO sebanyak 112,566 ton/hari maka pabrik sudah mencapai titik efisiensi secara teknis. dan Bila dibandingkan dengan produksi rata-rata CPO pada Tabel 13 yaitu sebesar 90,053 ton/hari, maka kita dapat menghitung besarnya efisiensi teknis yang tercapai oleh pabrik kelapa sawit yang diteliti.

$$\text{Efisiensi teknis} = \frac{90,053}{112,566} \times 100\% = 80\%$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh nilai efisiensi teknis sebesar 80% atau 0,80. Maka dapat disimpulkan bahwa pabrik kelapa sawit yang saya teliti dapat mencapai 80% dari potensi efisiensi teknis. Artinya, dengan nilai 0,80 maka penggunaan tenaga kerja pada pengolahan CPO masih dalam daerah efisien secara teknis.

Hasil perhitungan efisiensi teknis dapat dibuktikan juga melalui pengolahan data input dan ouput produksi dengan menggunakan alat bantu aplikasi *software Frontier 4.1*. Input produksi yang digunakan adalah penggunaan tenaga kerja dalam satuan HKP. Adapun perhitungan jumlah HKP tenaga kerja adalah sebagai berikut:

$$\text{Jumlah HKP} = \frac{\text{Jumlah jam kerja} \times \text{jumlah hari} \times \text{jumlah orang}}{8} \times 1$$

$$\text{Jumlah HKP non-lembur} = \frac{7 \times 1 \times 24}{8} \times 1 = 21 \text{ HKP}$$

$$\text{Jumlah HKP lembur I} = \frac{4 \times 1 \times 12}{8} \times 1 = 6 \text{ HKP}$$

$$\text{Jumlah HKP lembur II} = \frac{6 \times 1 \times 12}{8} \times 1 = 9 \text{ HKP}$$

$$\text{Jumlah HKP Tenaga Kerja per Hari} = 36$$

Pada pabrik yang saya teliti, terdapat 2 *shift* dalam pengolahan CPO. *Shift* I dimulai pukul 07.00-18.00 WIB dan *shift* II dimulai pukul 18.00-07.00 WIB. Maka untuk *shift* I bekerja selama 11 jam yang terdiri dari 7 jam kerja normal dan 4 jam kerja lembur. Sedangkan untuk *shift* II bekerja selama 13 jam yang terdiri dari 7 jam kerja normal dan 6 jam kerja lembur.

Dari hasil perhitungan efisiensi teknis melalui pengolahan data input dan output produksi dalam *Frontier 4.1* maka diperoleh hasil sebagai berikut.

Tabel Hasil Analisis *Frontier 4.1* Penggunaan Tenaga Kerja

The Final MLE Estimates Are :			
	Coefficient	t-Ratio	e.Teknis
Beta 0	0.21228928	0.22040114	0.80
Beta 1	0.72292956	0.26918587	
Sigma-Squared	0.20068539	0.38126478	

Berdasarkan hasil estimasi *Frontier* disajikan pada *Frontier 4.1* maka diperoleh persamaan $Y = 0,21 + 0,72X$ dengan *Sigma-Squared* sebesar 0,20, yang artinya 20% variabel Y (produksi CPO) dapat dijelaskan oleh variabel X (tenaga kerja) dan 80% dijelaskan oleh variabel lain yang tidak diteliti.

Penggunaan tenaga kerja pada pengolahan CPO yaitu 0,80 yang artinya 80% dari potensial yaitu 100%. Hal ini dapat dilihat pada tabel dibawah yang menunjukkan hasil analisis *frontier 4.1* efisiensi teknis tenaga kerja. Dan dengan nilai $0,80 < 1$ maka penggunaan input tenaga kerja pada pengolahan CPO

dikatakan **efisien secara teknis**. Artinya, terdapat peluang sebesar 80% untuk mencapai efisiensi secara teknis. Namun, masih ada peluang potensi sebesar 20% untuk meningkatkan efisiensi teknis tenaga kerja sebagai input produksi CPO di daerah penelitian. Jika nilai efisiensi teknis sudah semakin mendekati 1 maka berarti semakin tinggi tingkat efisiensi teknis yang dicapai dalam pengolahan CPO.

Efisiensi Ekonomis

Meskipun secara teknis hasil uji *Frontier* 0,80 hampir mendekati 1, namun hasil tersebut masih berada di daerah efisien. Hal lain yang perlu dilihat adalah dari aspek efisiensi ekonomis untuk menganalisis apakah penggunaan tenaga kerja tersebut sudah efisien dari segi harga atau tidak.

Efisiensi harga atau alokatif menunjukkan hubungan antara biaya dan output. Dalam hal ini harga faktor produksi yang dimasukkan adalah biaya upah tenaga kerja. Upah tenaga kerja merupakan akumulasi upah dari waktu kerja normal dan waktu lembur pekerja. Perhitungan upah tenaga kerja dapat dilihat sebagai berikut:

Upah Tenaga Kerja	= Jumlah HKP x Upah TK/hari	
Upah TK normal	= 21 x Rp 65.567	= Rp 1.376.907
Upah TK lembur I	= 6 x (Rp 11.369 x 7,5 jam)	= Rp 511.605
Upah TK lembur II	= 9 x (Rp 11.369 x 11,5 jam)	= Rp 1.176.691
Upah tenaga kerja per hari		= Rp 3.065.203

Upah dari waktu kerja normal tenaga kerja sebanyak Rp 1.967.000/bulan, maka didapat upah tenaga kerja sebesar Rp 65.567/hari. Sedangkan upah lembur telah ditetapkan oleh pihak pabrik yaitu sebesar Rp 11.369. Perhitungan jam lembur juga telah ditetapkan oleh pihak pabrik. Pada 1 jam pertama dihitung 1,5 jam lembur, sedangkan untuk 1 jam selanjutnya dihitung 2 jam lembur. Begitu seterusnya untuk penambahan jam lembur. Sehingga jika dihitung, untuk lembur

shift I selama 4 jam dihitung 7,5 jam lembur. Demikian juga untuk lembur *shift* II selama 6 jam dihitung 11,5 jam lembur.

Tabel Hasil Analisis *Frontier 4.1* Penggunaan Tenaga Kerja

The Final MLE Estimates Are :		
	Coefficient	t-Ratio
Beta 0	0.24983288	0.25039221
Beta 1	0.13294520	0.19792654
Sigma-Squared	0.22537338	0.22621976

Berdasarkan hasil estimasi *Frontier* disajikan pada *Frontier 4.1* maka diperoleh persamaan $Y = 0,24 + 0,132X$ dengan *Sigma-Squared* sebesar 0,22 yang artinya 22% variabel Y (produksi CPO) dapat dijelaskan oleh variabel X (upah tenaga kerja) dan 78% dijelaskan oleh variabel lain yang tidak diteliti.

Besarnya nilai efisiensi ekonomis dapat dihitung dengan menggunakan rumus $NPM_x/P_x = 1$. Dimana NPM merupakan perkalian harga Y (P_y) dan produksi marginal X (PM_x). Nilai P_y dianggap konstan yaitu sebesar Rp 7.937.540 /ton. Nilai produksi marginal dapat dihitung dari turunan pertama persamaan Y harus disamakan dengan nol. Sedangkan nilai P_x merupakan upah tenaga kerja yaitu sebesar Rp 3.065.204 /hari.

$$Y = 0,24 + 0,132 X$$

$$Y' = MP = 0,132$$

$$\text{Maka, } \frac{NPM_x}{P_x} = 1$$

$$\frac{\text{Rp } 7.937.540 \times 0,132}{\text{Rp } 3.065.204} = 0,34$$

Dari hasil perhitungan efisiensi ekonomis dengan rumus $NPM/P_x = 1$ diperoleh penggunaan tenaga kerja pada pengolahan CPO memiliki nilai efisiensi ekonomis yaitu 0,34 yang artinya 34% dari potensial yaitu 100%. Nilai $0,34 < 1$ maka penggunaan input tenaga kerja pada pengolahan CPO dikatakan masih **efisien secara ekonomis**. Namun, pabrik kelapa sawit hanya mampu mencapai

peluang sebesar 34% untuk mencapai efisiensi secara ekonomis. Masih ada peluang potensial sebesar 66% untuk meningkatkan efisiensi tenaga kerja. Dengan nilai 0,34 maka dapat disimpulkan produksi masih meningkat, namun peningkatan produksi sudah dalam kondisi menurun. Dalam hal ini, produksi dapat tetap berjalan namun tidak dapat mencapai keuntungan optimum.

Optimasi Produksi Pada Pengolahan CPO

Optimasi meliputi optimasi tanpa kendala dan optimasi dengan kendala. Persoalan optimasi dapat dihitung dengan menggunakan *Linear Programming* (LP). *Linear Programming* merupakan suatu model umum yang dapat digunakan dalam pemecahan masalah pengalokasian sumber-sumber yang terbatas secara optimal. Untuk memecahkan persoalan optimasi, terlebih dahulu ditentukan fungsi tujuan dan fungsi kendala. Dalam penelitian ini memiliki fungsi tujuan dan kendala sebagai berikut:

Fungsi tujuan:

$$Z = 7937540 X_1$$

Dimana:

Z = Keuntungan optimal CPO periode Juni 2015

X₁ = Produksi CPO optimal periode Juni 2015

Fungsi kendala:

1. $7X_1 \leq 43200$
2. $1.125X_1 \leq 43200$
3. $0.0583X_1 \leq 43200$
4. $24X_1 \leq 43200$
5. $0.33X_1 \leq 43200$
6. $0.25X_1 \leq 43200$
7. $X_1 \leq 2887$
8. $X_1 \geq 0$

Dari rumusan fungsi tujuan dan fungsi kendala diatas, maka didapat hasil optimasi produksi dengan menggunakan *Linear Programming* sebagai berikut.

Final Optimal Solution

$$Z = 14287572000.000$$

Variable	Value	Reduced Cost
X1	1800.000	0.000

Dari hasil estimasi *Linear Programming* di atas diketahui bahwa pabrik kelapa sawit dikatakan mencapai produksi optimal jika mampu memproduksi sebesar 1800 ton CPO untuk produksi periode Juni 2015 dengan keuntungan optimal periode Juni 2015 sebesar Rp 14.287.572.000. Bila dibandingkan dengan data *real* yang diperoleh dari daerah penelitian yang diketahui bahwa produksi CPO periode Juni 2015 sebesar 2.701,59 ton, maka pabrik kelapa sawit yang diteliti dikatakan **optimal dari segi produksi**.

PENUTUP

Kesimpulan

1. Penggunaan tenaga kerja pada pengolahan CPO dikatakan efisien baik secara teknis maupun ekonomis. Dapat dilihat dari hasil perhitungan efisiensi teknis yakni sebesar 0,80. Dengan nilai $0,80 < 1$ maka penggunaan input tenaga kerja pada pengolahan CPO dikatakan efisien secara teknis. Sedangkan untuk mendapatkan efisiensi ekonomis diperoleh dari perhitungan $NPM_x/P_x = 1$ yakni sebesar 0,34. Dengan nilai $0,34 < 1$ maka penggunaan input tenaga kerja pada pengolahan CPO dikatakan efisien secara ekonomis.
2. Produksi CPO periode Juni 2015 dikatakan optimal. Berdasarkan perhitungan menggunakan *Linear Programming* diperoleh optimasi produksi sebesar 1.800 ton CPO dengan keuntungan optimal sebesar Rp 14.287.572.000 untuk periode Juni 2015. Bila dibandingkan dengan data *real* yang diperoleh dari daerah penelitian yang diketahui bahwa produksi CPO periode Juni 2015 sebesar 2.701,59 ton. Walaupun demikian, nilai produksi tersebut belum

mencapai target produksi yang ditetapkan oleh pabrik yaitu sebesar 2.887 ton CPO untuk periode Juni 2015.

Saran

1. Kepada Pemerintah

Diharapkan agar memperhatikan sektor industri seperti pabrik kelapa sawit agar dapat lebih berkembang. Pemerintah dapat membantu dalam bentuk regulasi untuk mempermudah sektor industri.

2. Manajemen Pabrik Kelapa Sawit

Diharapkan dapat meningkatkan kualitas tenaga kerja secara akademik dengan memberikan pelatihan dan pengembangan. Dan memperbarui mesin yang sudah melampaui umur produksinya agar dapat produksi dapat terus berjalan.

3. Kepada Peneliti Selanjutnya

Diharapkan kepada peneliti selanjutnya agar melakukan penelitian tentang jalur pemasaran CPO dan hal-hal lain yang belum diteliti di dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Hadiguna, R.A. 2009. *Manajemen Pabrik, Pendekatan Sistem untuk Efisiensi dan Efektivitas*. Jakarta. BumiAksara
- Nasution, Marsaulina N. 2011. Analisis Efisiensi Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Kelas I, II, III, dan IV Metode Data Envelopment Analysis (DEA) (Studi Empiris: Provinsi Jawa Tengah). Semarang. Fakultas Ekonomi UNDIP
- Pindyck, Robert S dan Rubinfeld, Daniel L. 2007. *Mikroekonomi, Edisi Keenam, Jilid 1*. Jakarta. PT. Indeks
- Soekartawi. 1992. *Linear Programming Teori dan Aplikasinya Khususnya dalam Bidang Pertanian*. Jakarta. Rajawali
- Supranto.1988. *Metode Riset*. Jakarta. Rineka Cipta
- Walter, Nicholson. 1995. *Teori Mikro Ekonomi Prinsip Dasar dan Perluasan*. Jakarta. Binarupa Aksara