

**PENGARUH KEMIRINGAN LAHAN DAN SISTEM KONSERVASI TERHADAP
EFISIENSI USAHATANI KENTANG DATARAN TINGGI**

**THE EFFECT OF LAND SLOPE AND CONSERVATION SYSTEM ON EFFICIENCY OF
HIGHLAND POTATOES FARM**

W Nahraeni^{1a}, S Hartoyo², Y Syaikat², Kuntjoro²

¹Jurusan Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas Djuanda Bogor

²Fakultas Ekonomi dan Manajemen IPB

^aKorespondensi: Wini Nahraeni, E-mail: wini.nahraeni@unida.ac.id

(Diterima: 12 Februari 2012, Ditelaah: 19 Februari 2012, Disetujui: 7 Maret 2012)

ABSTRACT

A study had been conducted in order to reveal many factors that affected the technical, allocation, and economical efficiency of highland potatoes farm. The study used stochastic frontier analysis model Cobb Douglass's production function with maximum likelihood estimation (MLE), which was then used to derive its corresponding dual cost frontier. These two frontiers are the basis for deriving from level technical efficiency and allocative, economic efficiency. The results showed that production was highly responsive to land area, seed, and organic fertilizer, respectively. Land slope and contour aligned cultivation system increased efficiency significantly ($P < 0.01$). Both young farmers and high education farmers were highly responsive in applying new technologies. The older farmers, however, were more efficient in cost-minimizing. The average level of technical efficiency was 84% in a range of 21-94%, allocative efficiency ranged in 19-99% with 47% in average, and economic efficiency were in the range of 15-85% with 38% in average. The implication of this study, in order to increase potatoes farm efficiency, the government has to develop a clear regulation that determine which commodity can be planted in certain latitude with certain conservation system.

Key words: allocative efficiency, conservation system, economic efficiency, potatoes farm, technical efficiency.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat efisiensi dan faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi teknik, alokatif, dan ekonomi usahatani kentang dataran tinggi di Jawa Barat serta menganalisis pengaruh kemiringan lahan dan sistem konservasi terhadap efisiensi teknik, alokatif dan ekonomi dari 203 petani sampel di Jawa Barat. Penelitian ini menggunakan model *stochastic frontier* dengan model fungsi produksi *frontier Cobb Douglas* dengan teknik *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) yang kemudian digunakan untuk menurunkan fungsi biaya *dual frontier*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi kentang sangat responsif terhadap luas lahan, diikuti oleh benih dan pupuk kandang. Kemiringan lahan signifikan memengaruhi produksi, semakin tinggi kemiringan lahan maka efisiensi semakin kecil. Sistem konservasi signifikan mempengaruhi efisiensi. Sistem konservasi searah kontur dan teras bangku dapat meningkatkan efisiensi teknik. Sebaran efisiensi teknik, alokatif dan ekonomi berkisar antara 21-94%, 19-99% dan 15-85% dengan rata-rata 84%, 47% dan 38%. Implikasi dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan efisiensi, pemerintah harus tegas membuat aturan kemiringan atau ketinggian lahan yang diperbolehkan untuk ditanami kentang dengan sistem konservasi yang dapat mengurangi erosi seperti penanaman searah kontur.

Kata kunci: efisiensi ekonomis, efisiensi alokasi, efisiensi teknis, sistem konservasi, usahatani kentang.

W Nahraeni, S Hartoyo, Y Syaikat, Kuntjoro. 2012. Pengaruh kemiringan lahan dan sistem konservasi terhadap efisiensi usahatani kentang dataran tinggi. *Jurnal Pertanian* 3(1): 1 – 11.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Hortikultura merupakan salah satu sub sektor pertanian yang strategis dan penting karena perannya sebagai komponen utama Pola Pangan Harapan. Sayuran merupakan salah satu komoditas hortikultura yang mempunyai potensi besar untuk dikembangkan di Indonesia. Menurut data dari Direktorat Jendral Hortikultura (2010), dari 22 komoditas sayuran yang diusahakan, selama kurun waktu tahun 2006-2010 jumlah produksi sebesar 10.697.420 ton dengan rata-rata peningkatan 2,7 persen. Di sisi lain, data BPS (2009) menunjukkan tingkat konsumsi masyarakat Indonesia masih rendah (43,5 kg/kapita/tahun) dibandingkan dengan konsumsi yang direkomendasikan oleh FAO (75 kg/kapita/tahun). Hal ini menjadi peluang yang besar untuk mengembangkan sayuran.

Jawa Barat merupakan salah satu provinsi penghasil komoditas hortikultura terbesar terutama sayuran di Indonesia. Jenis sayuran unggulan di Jawa Barat meliputi cabe merah, kentang, kubis, dan tomat. Berdasarkan luas tanam per tahun, Kabupaten Bandung dan Garut merupakan daerah sentra produksi untuk kentang (Dinas Pertanian Tanaman Pangan Jawa Barat, 2010). Namun, berdasarkan data luas panen, produksi dan produktivitas di Jawa Barat mengalami perkembangan yang negatif, bahkan pada tahun 2006-2007, persentase penurunan produksi lebih besar dibandingkan dengan persentase penurunan luas lahan. Produktivitas kentang di Indonesia masih rendah (16,93 ton/ha) (BPS, 2009) dari potensi 30 ton/ha. Penyebab penurunan ini diduga adanya penurunan luas tanam dan faktor lainnya seperti cuaca, perubahan iklim, dan tingkat efisiensi faktor produksi yang masih kurang efisien, serta degradasi lahan akibat erosi.

Salah satu kendala utama yang dihadapi dalam usahatani tanaman sayuran dataran tinggi adalah penurunan produktivitas karena terjadinya erosi. Di Kabupaten Bandung dan Garut, banyak petani mengarahkan penggunaan lahan di lahan berlereng yang tidak

direkomendasikan untuk tanaman semusim seperti kentang dan kubis karena dapat menimbulkan erosi. Fakta yang dihadapi adalah menurunnya produktivitas sayuran terutama kentang. Fungsi produksi dari kentang dataran tinggi sangat kompleks karena perbedaan kombinasi *input* yang digunakan. Hal ini menunjukkan belum optimalnya penggunaan *input*.

Penggunaan *input* dan pencapaian efisiensi teknik merupakan kunci penentu untuk mempercepat pertumbuhan sektor pertanian. Efisiensi teknik dan alokatif merupakan dua elemen penting dari efisiensi produksi. Efisiensi teknik menggambarkan unit produksi potensial untuk mencapai output maksimum pada tingkat *input* tertentu. Sedangkan efisiensi alokatif merupakan kapasitas produksi pada tingkat penggunaan *input* optimum pada tingkat output yang tertentu. Dengan demikian, maka mengukur efisiensi menjadi penting dalam rangka menentukan tingkat keuntungan yang dapat dicapai oleh peningkatan kinerja produksi pertanian dengan tingkat teknologi tertentu. Hal ini berimplikasi pada bagaimana meminimalkan biaya untuk mencapai peningkatan output atau pendapatan melalui peningkatan efisiensi.

Sekitar tiga persen tanah di Indonesia adalah Andisols. Sifat-sifat tanah tersebut cukup baik, namun karena terletak pada lereng yang curam, disertai curah hujan yang tinggi (>2000 mm/th) dan pengusahaan yang intensif, maka kepekaan tanahnya terhadap erosi sangat tinggi (Kurnia dan Suganda, 1999). Walaupun tanah ini relatif peka terhadap erosi, namun di Kabupaten Bandung sebagian besar petani belum menerapkan praktek konservasi lahan (Katharina, 2007). Praktek pemupukan di tingkat petani sangat bervariasi mulai dari *input* rendah sampai sangat tinggi. Hal lainnya adalah kecilnya kepemilikan lahan usahatani dan status kepemilikan, sehingga sayuran yang dihasilkan menjadi tidak optimal. Selain lahan, faktor sumber daya manusia khususnya dikaitkan dengan kapabilitas manajerial petani juga menyebabkan inefisiensi produksi. Kapabilitas manajerial petani ini akan menentukan rasionalitas petani ketika

mengambil keputusan dalam pengelolaan usahatani.

Berdasarkan uraian di atas, maka permasalahan yang terjadi adalah: 1) bagaimana tingkat optimalisasi usahatani kentang? 2) faktor-faktor apa yang memengaruhi produksi dan inefisiensi teknis? 3) berapa besaran efisiensi teknik, alokatif, dan ekonomi? 4) bagaimana pengaruh kemiringan lahan dan sistem konservasi terhadap aspek efisiensi teknis, alokatif dan ekonomis berkaitan dengan kemiringan lahan dan sistem konservasi yang dilakukan petani?

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi produksi dan sumber inefisiensi teknis, alokatif dan ekonomi serta mengukur tingkat efisiensi teknik, alokatif dan ekonomi dari usahatani sayuran kentang dataran tinggi di Jawa Barat;
2. mengetahui pengaruh kemiringan lahan dan sistem konservasi terhadap efisiensi teknis, alokatif dan ekonomi.

MATERI DAN METODE

Kerangka Pemikiran

Efisiensi teknik (*technical efficiency*) sudah sering diteliti dengan menggunakan dua pendekatan yaitu parametric dan non parametric. Pendekatan parametric menggunakan metode ekonometrik, sedangkan pendekatan non parametric pada umumnya menggunakan metode matematika. Kedua pendekatan itu mempunyai keuntungan dan kelemahan seperti yang telah dikemukakan oleh Battese (1992), Coelli dan Battese (1996), Bravo-Ureta dan Pinheiro (1993), Kalirajan (1991). Namun beberapa *review literature* menemukan pendekatan ekonometrik sering digunakan untuk menemukan efisiensi teknik seperti yang dilakukan oleh Bravo-Ureta dan Pinheiro (1997), Bravo-Ureta dan Ricardo E. Quiroga (2009), Ahmad *et al.* (2002), Msuya *et al* (2008), Abedullah, Khuda Bakhsh dan Bashir Ahmad (2006).

Ketika usahatani dijalankan di bawah ketidakpastian, fluktuasi output sebagian besar

disebabkan oleh penggunaan *input* yang bervariasi, inefisiensi teknik, dan *random shocks*. Variasi produksi yang disebabkan oleh variasi penggunaan *input* dapat ditangkap melalui spesifikasi fungsi produksi, dan variasi produksi yang disebabkan oleh inefisiensi teknik dan random shocks dapat ditangkap dan didekomposisi melalui pendekatan *stochastic production frontier* (Abedullah *et al* 2006).

Farrell (1957) mengembangkan literatur untuk melakukan estimasi empiris efisiensi teknis (*technical efficiency/TE*), efisiensi alokatif (*allocative efficiency/AE*), dan efisiensi ekonomi (*economic efficiency/EE*). Pendekatan yang digunakan untuk mengestimasi tingkat efisiensi teknis dalam perkembangan selanjutnya menggunakan fungsi *stochastic production frontier* (SPF). Berdasarkan literatur sebelumnya, ketiga pendekatan tersebut diperkenalkan secara lebih luas oleh Aigner, Lovell dan Schmidt (1977) maupun Meeusen dan Broeck (1977), dan dimodifikasi oleh Bravo-Ureta (1997).

$$Y_{it} = f(X_{it}, \beta) e^{\epsilon} \quad i = 1, \dots, N, \dots \dots \dots (1)$$

Y_{it} = produksi yang dihasilkan petani i pada waktu t, x_{it} = vektor masukan yang digunakan petani i pada waktu t, β = parameter yang akan diestimasi, e = *error term* (galat).

Stochastic production function juga disebut model “*composed error*” karena menyatakan bahwa *error term* terbagi ke dalam dua komponen yaitu komponen random shock dan komponen inefisiensi teknik, sehingga:

$$e = v_{it} - u_{it} \dots \dots \dots (2)$$

v_{it} = variabel acak yang berkaitan dengan faktor-faktor eksternal seperti cuaca, kekeringan, banjir, dan lainnya dan sebarannya normal ($v_{it} \sim N(0, \sigma_v^2)$), u_{it} = variabel acak non-negatif, dan diasumsikan dipengaruhi oleh inefisiensi teknis dalam produksi dan diasumsikan sebagai *iid*, $N(0, \sigma_u^2)$.

Dengan demikian model persamaan (1) menjadi:

$$Y_{it} = f(X_{it}, \beta) + v_{it} - u_{it} \dots \dots \dots (3)$$

Untuk melihat pengaruh karakteristik manajerial dan struktural terhadap inefisiensi,

ke dalam model ditambahkan variabel manajerial dan struktural dan diestimasi secara simultan (Batesse dan Coelli, 1995), sehingga persamaan menjadi:

$$Y = \alpha + f x_{it} \beta + g z_{it} \beta + v_{it} + u_{it} \dots \dots \dots (4)$$

Efisiensi teknik dapat diukur dengan menggunakan formulasi:

$$TE_i = \frac{y_i}{\exp(x_i\beta)} = \frac{\exp(x_i\beta - u_i)}{\exp(x_i\beta)} = \exp - u_i \dots \dots \dots (5)$$

TE_i = efisiensi teknis petani ke-i. Nilai TE akan berkisar antara 0 < TE < 1. Nilai efisiensi teknis akan berhubungan terbalik dengan nilai efek inefisiensi teknis. Pengujian parameter stochastic frontier dan efek inefisiensi dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama merupakan pendugaan parameter β_i dengan menggunakan metode OLS, sedangkan tahap dua dilakukan pengujian menggunakan *Maximum Likelihood* (MLE) untuk mengestimasi pendugaan seluruh parameter β_i (kecuali β_0) dan σ_u serta varians μ_i dan v_i . Hasil pengolahan dengan Frontier 4.1. menurut Coelli (1996) akan memberikan perkiraan varians dalam bentuk persamaan :

$$\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2 \dots \dots \dots (6)$$

$$\gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_v^2} \dots \dots \dots (7)$$

Parameter dari nilai nilai varians dapat mengestimasi nilai γ sehingga nilai $0 \leq \gamma \leq 1$. Nilai γ merupakan kontribusi efisiensi teknis di dalam efek residual total. Untuk mendeteksi ada atau tidaknya efek inefisiensi teknis di dalam model, menggunakan uji statistik yang dihitung dengan memakai formula pada persamaan:

$$LR = -2 \ln L_T - \ln L_U \dots \dots \dots (8)$$

Analisis Efisiensi Alokatif dan Efisiensi Ekonomis

Menurut Debertin (1986), untuk mengukur efisiensi alokatif dan efisiensi ekonomis dapat diturunkan dari fungsi biaya dual fungsi produksi Cobb Douglas yang homogen.

Diasumsikan bahwa fungsi produksi Cobb Douglas pada persamaan 1 mempunyai *self dual* sehingga fungsi biaya *frontier* dapat digambarkan sebagai: C = h (P, Y,), dalam hal ini, C biaya minimum untuk memproduksi output Y, P= harga *input*, dan = parameter dugaan, sehingga dari persamaan (1) diperoleh penggunaan *input* optimum (Xi*):

$$X_i^* = \frac{1}{Y^{\beta_1+\beta_2}} \beta_0^{-\frac{1}{\beta_1+\beta_2}} \frac{\beta_i}{\prod \beta_i^{\beta_1+\beta_2}} \prod \left(\frac{p_j}{p_i}\right)^{\frac{\beta_i}{\beta_1+\beta_2}} \dots \dots \dots (9)$$

Selanjutnya nilai Xi* dimasukkan ke dalam fungsi biaya sehingga diperoleh fungsi biaya dual:

$$C = \frac{1}{Y^{\sum \beta_i}} \beta_0^{-\frac{1}{\sum \beta_i}} \frac{\sum \beta_i}{\prod \beta_i^{\sum \beta_i}} \prod p_i^{\frac{\beta_i}{\sum \beta_i}} \dots \dots \dots (10)$$

Parameter β_j merupakan hasil estimasi fungsi produksi frontier, P_{xj} merupakan harga *input* ke-j. Jondrow (1982) mendefinisikan efisiensi ekonomi sebagai rasio antara biaya total minimum yang diobservasi (C*) dengan biaya total produksi aktual (C), sehingga persamaan efisiensi ekonomi menjadi:

$$EE = \frac{C^*}{C} = \frac{E C_{i|u_i=0, Y_i, P_i}}{E C_{i|u_i, Y_i, P_i}} = E \exp. (U_i/\varepsilon) \dots \dots \dots (11)$$

Persamaan efisiensi alokatif adalah :

$$AE = \frac{EE}{TE}; \text{ dengan } 0 \leq AE \leq 1 \dots \dots \dots (12)$$

Data dan Sumber Data

Penelitian ini dilakukan di Provinsi Jawa Barat dan merupakan penelitian empiris usahatani sayuran kentang dataran tinggi. Pemilihan lokasi penelitian dilakukan dengan *multistage sampling* (secara bertahap). Tahap pertama dipilih kabupaten secara purposif yaitu Kabupaten Bandung dan Garut dengan pertimbangan kedua kabupaten tersebut merupakan sentra produksi kentang terbesar di Jawa Barat (Dinas Pertanian Tanaman Pangan Jawa Barat 2010). Lokasi ini juga merupakan daerah dengan kerentanan yang tinggi akibat degradasi lahan (Dinas Kehutanan Provinsi Jawa Barat 2010). Tahap kedua dipilih

kecamatan dan desa sebagai sentra sayuran kentang. Di Kabupaten Bandung, kecamatan yang dipilih sebagai sampel adalah Kecamatan Pangalengan (6 desa) dan Kecamatan Kertasari (2 desa). Di Kabupaten Garut dipilih Kecamatan Pasirwangi (2 desa) dan Cikajang (2 desa).

Pengambilan sampel dilakukan secara acak sederhana (*simple random sampling*). Jumlah sampel seluruhnya 193 petani. Pengambilan data dilakukan mulai Maret 2011–Juli 2011. Dari 193 petani sampel diperoleh 203 unit sampel yang menanam kentang pada ketiga musim tersebut. Data primer dikumpulkan untuk tiga musim tanam dalam setahun mulai MK II (Juni 2010), MH, dan MK I tahun 2011.

Peneliti melakukan pengamatan dan pencatatan yang sistematis terhadap subjek, melalui wawancara langsung dengan petani di lapangan dan nara sumber lainnya. Data primer bersumber dari petani sayuran kentang sebagai *sampel*. Data primer yang dikumpulkan meliputi karakteristik rumah tangga petani (umur, pendidikan, formal, pendidikan non formal, pengalaman bertani, jumlah anggota keluarga), penguasaan lahan usahatani, pola tanam, *input* dan *output* usahatani, aktivitas kerja, pendapatan, pengeluaran rumah tangga, serta permasalahan yang dihadapi petani. Selain itu dilakukan pula Focus Group Discussion (FGD) serta mewawancarai orang yang menjadi informan kunci untuk baik untuk usahatani maupun pemasarannya. Selanjutnya data sekunder dikumpulkan dari Badan Pusat Statistik (BPS), Dinas Pertanian Kabupaten Bandung serta Dinas Pertanian Provinsi Jawa Barat dan instansi terkait lainnya.

Spesifikasi Model Fungsi Produksi Stochastic Frontier

Untuk menganalisis efisiensi teknik dalam penelitian ini digunakan model fungsi produksi *Stochastic Frontier Cobb Douglas*. Peubah yang dimasukkan sebanyak 10 peubah bebas. Spesifikasi dari model yang digunakan adalah:

$$\ln Y_i = \alpha_0 + \alpha_1 \ln X_1 + \alpha_2 \ln X_2 + \alpha_3 \ln X_3 + \alpha_4 \ln X_4 + \alpha_5 \ln X_5 + \alpha_6 \ln X_6 + \alpha_7 \ln X_7 + \alpha_8 \ln X_8 + \alpha_9 \ln X_9 + \alpha_{10} \ln X_{10} + v_i - u_i$$

..... (13)

Dalam hal ini,

Y_i = produksi total kentang atau kubis (usahatani ke- i) (kg), X_1 = luas lahan yang digunakan untuk usaha-tani ke- i (ha), X_2 = jumlah benih (kg) untuk usahatani ke- i , X_3 = jumlah pestisida (liter) yang digunakan usahatani ke- i , X_4 = jumlah pupuk K (kg) yang digunakan usahatani ke- i , X_5 = jumlah N+P (kg) yang digunakan usahatani ke- i , X_6 = jumlah pupuk kandang (kg) yang digunakan usahatani ke- i , X_7 = jumlah tenaga kerja (HKP) untuk usahatani ke- i , musim tanam t , X_8 = kemiringan lahan (%), X_9 = musim tanam (dummy); $D=1$ musim hujan, $D=0$ musim kemarau, X_{10} = konservasi; 1 bila konservasi searah lereng; 2= bila konservasi searah kontur, dan 3 = konservasi teras bangku, $v_{it} = V_i$ adalah variabel random yang diasumsikan iid (*identically independently distributed*), $u_{it} = U_i$ yang merupakan variabel random non-negatif random yang diasumsikan disebabkan oleh inefisiensi teknis, $\alpha_1, \dots, \alpha_{11}$ = parameter fungsi yang diduga.

Nilai koefisien yang diharapkan: $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \alpha_6, \alpha_7, \alpha_{10} > 0$, dan $\alpha_8 < 0, 0 < \alpha_9 < 0$. Nilai koefisien positif artinya semakin tinggi penggunaan *input* tersebut diharapkan dapat meningkatkan produksi sayuran.

Langkah selanjutnya adalah menghitung efisiensi teknik yang diukur dengan:

$$TE_i = \frac{y_i}{\exp(x_i\beta)} = \frac{\exp(x_i\beta - u_i)}{\exp(x_i\beta)} = \exp - u_i$$

..... (14)

Untuk melihat faktor yang mempengaruhi inefisiensi teknik digunakan persamaan:

$$\mu_i = \sigma_0 + \sigma_1 Z_1 + \sigma_2 Z_2 + \sigma_3 Z_3 + \sigma_4 Z_4 + \sigma_5 Z_5 + \sigma_6 Z_6 + \sigma_7 Z_7 + \sigma_8 Z_8 + wt$$

..... (15)

Dengan umur petani (Z_1), pendidikan petani (Z_2), pengalaman bertani (Z_3), *dummy* keanggotaan (Z_4), frekuensi penyuluhan (Z_5), *dummy* akses kredit (Z_6), *dummy* status kepemilikan (Z_7) dan sistem konservasi (Z_8). Koefisien yang diharapkan: $\sigma_0 > 0; \sigma_1, \sigma_2, \sigma_5, \sigma_8 < 0, 0 < \sigma_4, \sigma_6, \sigma_7 < 0$.

Pendugaan parameter fungsi produksi dan fungsi inefisiensi (persamaan 13 dan persamaan 15) dilakukan secara simultan menggunakan program Frontier 4.1. (Coelli, 1996). Pengujian parameter *stochastic frontier* dan efek inefisiensi dilakukan dalam dua tahap.

Tahap pertama merupakan pendugaan parameter β_i dengan menggunakan metode OLS, sedangkan tahap dua dilakukan pengujian menggunakan *Maximum Likelihood* (MLE) untuk mengestimasi pendugaan seluruh parameter β_i (kecuali β_0) dan σ_i serta varians μ_i dan v_i .

Untuk menghitung efisiensi alokatif dan efisiensi ekonomi digunakan persamaan (9), (10), (11) dan (12).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Model Empiris Fungsi Produksi *Stochastic Frontier Sayuran Kentang Dataran Tinggi*

Tabel 1 menyajikan analisis deskripsi kondisi penggunaan *input* pada sayuran kentang dataran tinggi petani sampel. Ringkasan statistik dari variabel yang dimasukkan ke dalam model fungsi produksi dan efek inefisiensi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Deskripsi Statistik Usahatani Kentang di Jawa Barat 2011

	Deskripsi Statistik				
	N	Minimum	Maksimum	Rata-rata	Simpangan baku
Produksi	203	500,00	180.000,00	9.175,70	16.836,96
Luas lahan	203	0,04	8,00	0,54	0,91
Benih	203	10,00	10.000,00	659,25	1.027,15
Pestisida	203	1,00	123,37	14,70	17,70
Pupuk K	203	0,00	1.260,00	67,10	138,47
Pupuk N dan P	203	0,00	2.520,00	180,86	286,16
Pupuk kandang	203	46,00	280.000,00	9.308,00	22.063,18
Tenaga kerja	203	17,24	4.360,00	223,91	395,42
Kemiringan	203	0,00	65,00	17,76	15,98
<i>Dummy</i> musim tanam	203	0,00	1,00	0,32	0,47
<i>Dummy</i> lokasi	203	0,00	1,00	0,59	0,49
Umur	203	25,00	74,00	45,94	11,80
Pendidikan	203	1,00	16,00	7,68	3,38
Pengalaman	203	1,00	51,00	18,68	12,53
Keanggotaan keluarga	203	1,00	2,00	1,52	0,50
Frekuensi penyuluhan	203	0,00	12,00	1,77	1,94
Akses kredit	203	0,00	1,00	0,37	0,48
<i>Dummy</i> status kepemilikan	203	0,00	1,00	0,60	0,49
Konservasi	203	1,00	3,00	1,93	0,72

Luas lahan di daerah penelitian bervariasi antara 0,04 ha sampai 8 ha, dengan rata-rata 0,54 ha. Benih merupakan *input* penting untuk tanaman kentang, penggunaan benih rata-rata 659 kg dengan standar deviasi 1.027,5. Seperti diketahui komoditas kentang intensif menggunakan pupuk kandang sebagai cara untuk melakukan perbaikan struktur tanah yang hilang akibat erosi, penggunaan pupuk kandang rata-rata sebesar 9.308 kg untuk 0,54 ha atau sekitar 17 ton per ha.

Hasil pendugaan parameter MLE fungsi produksi Cobb Douglas Frontier usahatani

kentang dataran tinggi di Jawa Barat tahun 2011 disajikan pada Tabel 2.

Berdasarkan pada nilai LR (21,87) dapat dikatakan model secara kuat menolak hipotesis bahwa tidak ada efek inefisiensi. Hal ini mengindikasikan bahwa fungsi dapat menerangkan keberadaan efisiensi dan inefisiensi teknis petani di dalam proses produksi kentang, atau dengan kata lain aktivitas usahatani kentang dipengaruhi oleh efisiensi teknik.

Tabel 2. Parameter Dugaan Fungsi Produksi Stochastic Frontier Usahatani Kentang Dataran Tinggi di Jawa Barat Hasil Pendugaan dengan Metode MLE, 2011.

Parameter	Koefisien	Galat baku	t-rasio
Konstanta	7,7953	0,6659	11,7065
Luas lahan (X1)	0,6686****	0,0894	7,4758
Benih (X2)	0,1262***	0,0691	1,8258
Pestisida (X3)	0,0447**	0,0372	1,2023
Pupuk K (X4)	0,0012	0,0068	0,1700
Pupuk N+P (X5)	0,0014	0,0135	0,1038
Pupuk Kandang (X6)	0,1097****	0,0445	2,4677
Tenaga Kerja (X7)	0,0066	0,0669	0,0984
Kemiringan (X8)	-0,0079****	-0,0018	-4,3659
Dummy musim tanam (X9)	-0,0640*	0,0631	-1,0134
Dummy lokasi (X10)	0,1420***	0,0613	2,3149
Varians dan nilai gamma:			
$\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$	0,7100	0,3312	2,1439
$= \sigma_v^2 / \sigma_u^2$	0,8401	0,0765	10,9830
L-R test	21,87		

**** = nyata pada taraf $\alpha = 0,01$; *** = nyata pada taraf $\alpha = 0,05$; ** = nyata pada taraf $\alpha = 0,1$; * = nyata pada taraf $\alpha = 1$;

Berdasarkan pada nilai LR (21,87) dapat dikatakan model secara kuat menolak hipotesis bahwa tidak ada efek inefisiensi. Hal ini mengindikasikan bahwa fungsi dapat menerangkan keberadaan efisiensi dan inefisiensi teknis petani di dalam proses produksi kentang, atau dengan kata lain aktivitas usahatani kentang dipengaruhi oleh efisiensi teknik.

Perhitungan pengaruh inefisiensi dalam model stochastic frontier ditunjukkan oleh nilai σ^2 dan γ . Parameter dugaan merupakan rasio dari varians efisiensi teknis (u_i) terhadap varians total (ϵ_i). Koefisien dugaan dari σ^2 adalah 0,71 dan sebesar 0,84 dan keduanya signifikan pada taraf $\alpha = 0,05$. Angka ini menunjukkan bahwa 84 persen dari variasi hasil diantara petani sampel disebabkan oleh perbedaan efisiensi teknis dan sisanya sebesar (16 persen) disebabkan oleh pengaruh eksternal seperti iklim, serangan hama penyakit, kekeringan, dan kesalahan dalam pemodelan. Ini menunjukkan bahwa pengaruh inefisiensi teknik merupakan faktor yang signifikan di dalam variabilitas output.

Berdasarkan hasil pada Tabel 2, terlihat bahwa semua koefisien dugaan mempunyai tanda sesuai dengan harapan. Tanda koefisien semuanya positif, kecuali untuk kemiringan

lahan dan dummy musim tanam. Hampir semua variabel yang masuk dalam model signifikan pada $\alpha = 0,01$ sampai $\alpha = 0,20$, kecuali untuk peubah pupuk anorganik K, N+P, dan tenaga kerja. Karena menggunakan fungsi produksi Cobb Douglas, maka koefisien estimasi secara langsung menunjukkan besarnya elastisitas *input*. Besaran elastisitas yang paling tinggi adalah luas lahan, hal ini menggambarkan peningkatan luas lahan 1 persen akan meningkatkan produksi kentang sebesar 0,67 persen. Angka ini menunjukkan bahwa produksi kentang sangat responsif terhadap luas lahan. Hasil ini konsisten dengan adanya kelangkaan lahan, terutama untuk sentra produksi di Kabupaten Bandung dan Garut. Pada tahun 2010 di Kabupaten Bandung terjadi penurunan produksi total untuk kentang, salah satu penyebab menurunnya produksi adalah berkurangnya luas lahan kering untuk tanaman kentang sehingga sulit untuk memperluas areal tanam, kebanyakan petani menyewa lahan atau menggarap lahan perkebunan dan kehutanan pada kemiringan lahan yang tinggi.

Benih merupakan faktor penting lainnya dengan besaran elastisitas kedua setelah lahan (0,13) diikuti pupuk kandang (0,11). Seperti diketahui saat ini benih menjadi pembatas dalam produksi kentang. Setelah impor benih dilarang, maka petani membeli benih kepada

penangkar sekitar atau membeli benih kentang yang tidak bersertifikat kepada petani lain. Berdasarkan hasil wawancara, sebagian besar petani Garut juga kesulitan mendapatkan benih bersertifikat karena kurangnya penangkar yang berada di Garut, mereka seringkali harus membeli benih dari penangkar di Pangalengan.

Meskipun secara statistik signifikan dan elastisitasnya kecil, namun pestisida mempunyai dampak yang positif terhadap produksi kentang. Selanjutnya pupuk anorganik (K, N, P) serta tenaga kerja mempunyai pengaruh yang kecil terhadap produksi dan tidak signifikan. Tidak signifikannya peubah pupuk diduga kentang banyak ditanam di lahan berlereng dengan kemiringan yang tinggi (>20%) sehingga yang dapat menyebabkan pencucian nutrisi yang lebih cepat bila kena hujan, di samping N + P mudah larut dalam air. Sebaliknya pupuk kandang menunjukkan pengaruh yang signifikan, karena pupuk kandang berfungsi untuk mengikat air tanah yang lebih besar sehingga pupuk yang terlarut masih ada. Pupuk kandang dapat meningkatkan agregasi tanah, pori-pori tanah dan air tanah. Yang menarik adalah kemiringan lahan sangat signifikan (nyata pada $\alpha = 0,01$) mempengaruhi produksi kentang. Namun koefisiennya negatif, mengindikasikan bahwa semakin tinggi ketinggian lahan, semakin kecil produksi kentang. *Dummy* musim tanam dan *dummy* lokasi juga signifikan, yang berarti bahwa produksi kentang berbeda pada musim hujan dan kemarau, dan berbeda untuk kedua lokasi. Jumlah elastisitas produksi = 1,03 menunjukkan skala usaha yang konstan (*constant return to scale*).

Berdasarkan temuan di atas, petani masih berpeluang untuk meningkatkan luas lahan, benih, dan pupuk kandang untuk mencapai produksi *frontier* yang maksimum.

Sebaran Efisiensi Teknik, Alokatif, dan Ekonomis

Distribusi frekuensi dan ringkasan deskripsi statistik dari efisiensi teknik, alokatif dan ekonomi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Distribusi Frekuensi Efisiensi Teknik, Alokatif, dan Ekonomis Petani Sampel di Jawa Barat 2011

Tingkat efisiensi (%)	Persen usahatani		
	TE	AE	EE
0-20	-	1,48	2,46
21-40	1,48	39,41	61,08
41-60	1,97	39,90	31,03
61-80	13,79	12,81	4,43
81-100	82,76	6,40	0,99
Jumlah	100,00	100,00	100,00
Minimum	0,21	0,19	0,15
Maksimum	0,95	0,99	0,85
Rataan	0,84	0,47	0,38

TE = efisiensi teknis, AE = efisiensi alokatif, EE = efisiensi ekonomis.

Bravo-Ureta dan Pinheiro (1998) melakukan studi review pada tingkat usahatani dari 14 negara berkembang yang berbeda terdapat 30 studi *frontier*, menemukan tingkat efisiensi teknik berkisar antara 17% dan 100% dengan rata-rata 72%. Selanjutnya dilaporkan efisiensi alokatif lebih rendah lagi yaitu antara 43% dan 89% dengan rata-rata 68%. Efisiensi ekonomi berkisar antara 13% dan 69% dengan rata-rata 43%. Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 3 terlihat bahwa usahatani kentang di Jawa Barat sudah mencapai efisiensi teknik rata-rata 84% dengan kisaran efisiensi teknik antara 21–95%, ini menunjukkan secara rata-rata petani responden masih mempunyai peluang untuk memperoleh hasil potensial yang maksimum seperti yang diperoleh petani paling efisien secara teknis. Jika petani mencapai efisiensi rata-rata dan ingin mencapai efisiensi maksimum maka peluang untuk meningkatkan produksi adalah sebesar 11,6% (1- 84/95). Perhitungan yang sama jika petani yang tidak efisien ingin mencapai efisiensi maksimum, maka peluang peningkatan produksi sebesar 77,9% (1-21/95).

Rata-rata efisiensi alokatif untuk petani sampel adalah 47% dengan kisaran 19–9%. Efek kombinasi efisiensi teknik dan alokatif memperlihatkan bahwa efisiensi ekonomi mempunyai rata-rata 38% dengan kisaran 15–85%. Gambaran ini menunjukkan bila petani rata-rata dalam sampel dapat mencapai efisiensi ekonomi maksimum maka petani dapat merealisasikannya dengan penghematan biaya sebesar 55,3% (1-38/85) sedangkan pada petani yang tidak efisien mereka dapat menghemat

biaya sebesar 82,33% (1-15/85). Berdasarkan temuan di atas, efisiensi ekonomi dapat ditingkatkan, dan inefisiensi alokatif merupakan masalah yang serius dibandingkan dengan inefisiensi teknik.

Faktor yang Mempengaruhi Inefisiensi

Hasil pendugaan faktor-faktor yang mempengaruhi inefisiensi teknis dengan menggunakan *Frontier* 4.1. disajikan pada Tabel 4. Delapan variabel dimasukkan ke dalam model, dan semua peubah signifikan kecuali pendidikan. Tanda dan besaran koefisien hasil estimasi di dalam model efek inefisiensi umur, akses terhadap kredit, dan status kepemilikan lahan bertanda positif, sedangkan pendidikan, pengalaman, keanggotaan dalam kelompok, frekuensi penyuluhan, dan sistem konservasi bertanda negatif. Hal ini menunjukkan semua variabel tersebut merupakan faktor penentu ketidakefisienan dalam berusahatani sayuran kentang, kecuali pendidikan.

Berdasarkan hasil pada Tabel 4 terlihat bahwa pengaruh terbesar adalah status kepemilikan diikuti oleh keanggotaan dalam kelompok, akses terhadap kredit, dan sistem konservasi. Status kepemilikan bertanda positif dan ini tidak sesuai dengan yang diharapkan. Tanda positif menunjukkan bahwa petani pemilik kurang efisien dibandingkan dengan petani penyewa dan penggarap. Reddy (2002) dalam penelitiannya mengenai pengaruh petani penyewa terhadap produktivitas dan efisiensi

menemukan bahwa petani pemilik lebih produktif dan efisien dibandingkan dengan petani penyewa. Namun penelitian Khuda (2006) melaporkan hal yang sebaliknya, status penyewa lebih efisien dibandingkan pemilik. Hal ini disebabkan petani penyewa benar-benar mengusahakan lahannya untuk memperoleh produksi tinggi karena memang tujuan mereka menyewa lahan adalah untuk menghasilkan produksi maksimum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konservasi bertanda negatif dan signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa petani yang melakukan sistem konservasi searah kontur dan teras bangku lebih efisien dibandingkan dengan petani yang melakukan konservasi searah lereng. Konservasi yang dilakukan searah kontur dapat menekan laju erosi dibandingkan dengan yang searah lereng sehingga produksi relatif lebih tinggi. Hasil ini juga sesuai dengan estimasi fungsi produksi yang juga menghasilkan variabel kemiringan yang negatif dan signifikan.

Studi telaah pustaka dengan menggunakan SFA yang dilakukan oleh Bravo- Ureta, dan Pinheiro (1993) di 14 negara berkembang telah memasukkan peubah pendidikan, pengalaman, kontak penyuluhan, akses terhadap kredit dan ukuran lahan mengarah pada hubungan positif terhadap efisiensi teknik. Hal ini menunjukkan bahwa *human capital* memainkan peranan penting dalam meningkatkan produktivitas di negara berkembang.

Tabel 4. Estimasi Parameter dan t Rasio dari Model Efek Inefisiensi Teknis Produksi Stokastik Frontier Usahatani Kentang Dataran Tinggi di Jawa Barat, 2011

	Koefisien	Galat baku	t-ratio
Konstanta (θ_0)	-3,8680	3,6601	-1,0568
Umur (θ_1)	0,0726**	0,0452	1,6069
Pendidikan (θ_2)	-0,0154	0,0346	-0,4447
Pengalaman (θ_3)	-0,0228**	0,0168	-1,3527
Anggota kelompok (D) (θ_4)	-1,2373***	0,6673	-1,8541
Frekuensi penyuluhan (θ_5)	-0,1600**	0,1215	-1,3167
Akses Kredit (D) (θ_6)	0,5882*	1,5478	1,0737
Status Kepemilikan (D) (θ_7)	1,4497*	1,1414	1,2702
Konservasi (D) (θ_8)	-0,5367***	0,2807	1,9121

*** = nyata pada taraf $\alpha=0,01$; ** = nyata pada taraf $\alpha=0,05$; * = nyata pada taraf $\alpha=0,1$.

Pengaruh Kemiringan Lahan dan Sistem Konservasi terhadap Efisiensi

Berdasarkan analisis sebelumnya, kentang banyak ditanam di lahan berlereng dengan kemiringan yang tinggi. Dari hasil pendugaan fungsi produksi sebelumnya terlihat bahwa kemiringan lahan mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap produksi kentang di dataran tinggi. Dengan demikian analisis dilanjutkan untuk melihat perbedaan efisiensi yang disebabkan oleh perbedaan kemiringan lahan.

Tabel 5. Hubungan Kemiringan Lahan dengan Efisiensi teknik, Efisiensi Alokatif dan Efisiensi Ekonomi

Kemiringan (%)	TE	AE	EE
0-9	0,85	0,58	0,48
10-19	0,84	0,48	0,37
20-29	0,84	0,42	0,35
30-39	0,83	0,41	0,32
40-49	0,82	0,36	0,28
>50	0,72	0,31	0,24
Rataan	0,84	0,47	0,38

TE = efisiensi teknis, AE = efisiensi alokatif, EE = efisiensi ekonomi.

Tabel 5 menggambarkan hubungan antara kemiringan lahan (kelerengan) dengan efisiensi teknik, alokatif dan ekonomi. Semakin tinggi kemiringan lahan tingkat efisiensi teknis, alokatif maupun ekonomi secara umum semakin menurun (Tabel 5). Dibandingkan dengan rata-rata, efisiensi teknik, alokatif dan ekonomi lebih kecil dari rata-ratanya pada kemiringan >30%, >20% dan >10%. Hal ini dapat diterangkan bahwa dengan kemiringan lahan yang tinggi dan curam, ditambah dengan curah hujan tinggi maka erosi akan semakin besar sehingga produksi menjadi turun.

KESIMPULAN DAN IMPLIKASI

Kesimpulan

Berdasarkan estimasi efisiensi teknik dengan menggunakan fungsi produksi Cobb Douglas variabel yang diduga mempengaruhi efisiensi mempunyai tanda sesuai dengan harapan dan signifikan kecuali untuk pupuk anorganik dan tenaga kerja. Elastisitas produksi yang paling

Selanjutnya dari Tabel 6 dapat dilihat bahwa sistem konservasi dengan penanaman teras bangku akan meningkatkan efisiensi. Efisiensi teknik akan menurun seiring dengan penanaman searah kontur dan searah lereng. Solis *et al.* (2009) mengukur pengaruh investasi konservasi lahan terhadap efisiensi teknik pada rumah tangga petani di El Salvador. Hasil penelitian membuktikan bahwa petani dengan investasi konservasi tinggi mempunyai tingkat efisiensi teknik lebih tinggi dibandingkan dengan petani yang tidak mengonservasi lahannya. Hal ini dapat dimengerti karena dengan konservasi teras bangku produktivitas semakin baik. Namun sebaliknya dari Tabel 5 terlihat semakin baik konservasi, efisiensi alokatif dan ekonomi semakin menurun. Pascual (2005) menggunakan model *frontier* menyimpulkan bahwa peningkatan efisiensi teknik dapat dilakukan melalui alokasi *input* yang lebih baik, dan intensifikasi lahan secara signifikan mengurangi erosi lahan berkaitan dengan praktek usahatani *slash-and-burn* di Meksiko. Wadud dan White (2000) juga melaporkan adanya hubungan positif antara degradasi lahan rendah dengan TE untuk petani padi di Bangladesh. Terakhir, Otsuki *et al.* (2002) menemukan bahwa kebijakan publik dihubungkan dengan kepemilikan lahan dapat mengurangi degradasi lingkungan dan dapat meningkatkan TE di Amazon Brazil.

Tabel 6. Pengaruh Sistem Konservasi terhadap Efisiensi Teknik, Alokatif dan Ekonomi Usahatani Kentang Dataran Tinggi di Jawa Barat, 2011

Sistem Konservasi	TE	AE	EE
Searah lereng	0,812	0,510	0,386
Searah kontur	0,850	0,458	0,379
Teras bangku	0,854	0,452	0,386

besar adalah luas lahan, diikuti oleh benih dan pupuk kandang. Artinya produksi kentang sangat responsif terhadap lahan, benih dan pupuk kandang. Kemiringan lahan dan sistem konservasi secara signifikan mempengaruhi produksi dan efisiensi usahatani kentang.

Faktor-faktor yang signifikan menjadi sumber inefisiensi adalah umur, pengalaman, keanggotaan dalam kelompok, akses terhadap kelompok, frekuensi penyuluhan, status

kepemilikan dan sistem konservasi. Sedangkan pendidikan bukan merupakan faktor penentu inefisiensi teknik. Selanjutnya hasil analisis sosial ekonomi memperlihatkan bahwa petani muda lebih efisien secara teknik namun petani tua lebih efisien dalam meminimalkan biaya.

Efisiensi teknik, alokatif dan ekonomi berkisar pada 21-95 persen, 19-99%, dan 15-85% dengan rata-rata 84, 47 dan 38 persen. Efisiensi alokatif di daerah penelitian masih rendah, hal ini disebabkan adanya penggunaan *input* yang sudah berlebih terutama pupuk anorganik. Rekomendasi pemupukan untuk kentang adalah 256 kg pupuk urea, 125 kg pupuk SP36 dan 333 kg pupuk KCl, di daerah penelitian ditemukan penggunaan pupuk rata-rata sebesar 436 kg Urea, 246 kg SP36 dan 286 kg KCl.

Implikasi

Kinerja usahatani dapat dilakukan melalui peningkatan efisiensi. Berdasarkan hasil penelitian lahan merupakan faktor dominan, artinya luas lahan merupakan jaminan untuk meningkatkan efisiensi tetapi peningkatan luas lahan tanpa diikuti oleh peningkatan kualitas lahan terutama pada lahan dengan kemiringan tinggi dengan erosi tinggi dan tanpa konservasi akan menurunkan baik efisiensi teknik maupun alokatif. Implikasinya adalah pemerintah harus

tegas menerapkan kebijakan batas kemiringan lahan yang dibolehkan untuk menanam sayuran dan diikuti oleh sistem konservasi yang selaras dengan tingkat kemiringan.

Di daerah penelitian, petani yang menanam sayuran pada kemiringan yang tinggi mengantisipasi peningkatan produksi melalui peningkatan penggunaan *input* kimia dan juga pupuk organik. Berdasarkan hasil studi ditemukan bahwa pupuk kandang dan juga benih nyata mempengaruhi efisiensi. Implikasinya adalah perlu perencanaan yang selaras dengan perencanaan *input* (pupuk organik) maupun perencanaan benih yang lebih baik.

Analisis menunjukkan bahwa sistem konservasi akan meningkatkan efisiensi artinya untuk keberlanjutan usahatani maka manajemen sumberdaya diarahkan pada teknologi yang dapat menurunkan degradasi lahan. Beberapa penelitian membuktikan bahwa penggunaan lahan yang intensif dan *input* yang berlebihan menyebabkan degradasi lahan yang diikuti oleh penurunan produktivitas. Dengan demikian kebijakan langsung adalah mengontrol degradasi lahan diikuti oleh peningkatan kapasitas manajerial (*human capital*) melalui *training* akan meningkatkan efisiensi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abedullah, K Bakhsh, and B Ahmad. 2006. Technical efficiency and its determinants in potato production, evidence from Punjab, Pakistan. *The Lahore Journal of Economics*. 11(2): 1-22.
- BPS (Badan Pusat Statistik) Jawa Barat. 2010. Jawa Barat dalam Angka. Bandung.
- Battese GE and TJ Coelli. 1992. Frontier production functions, technical efficiency and panel data: with application to paddy farmers in India. *The Journal of Productivity Analysis* 3(1): 153-169.
- Battese GE. 1992, Frontier Production Functions and Technical Efficiency: A Survey of Empirical Applications in Agricultural Economics. *Agricultural Economics*. 7: 185-208.
- Coelli, TJ and Battese G. 1996. Identification of factors which influence the technical inefficiency of Indian farmers. *Australian Journal of Agricultural Economics*. 40: 103-128.
- Bravo-Ureta BE and Pinheiro AE. 1993. Efficiency analysis of developing country agriculture: A review of the frontier function literature. *Agricultural and Resource Economics Review*. 22: 88-101.
- Bravo-Ureta BE and Pinheiro AE. 1997. Technical, economic and allocative efficiency in peasant farming: evidences from the Dominican Republic. *The Developing Economies*. 35(1): 48-67.
- Solis D, BE Bravo-Ureta, and RE Quiroga. 2009. Technical efficiency among peasant farmers participating in natural resource management programmes in Central America. *Journal of Agricultural Economics*. 60(1): 202-219. Doi:10.1111/j.1477-9552.2008.00173.x

- Dinas Pertanian Tanaman Pangan Jawa Barat. 2010. Luas Panen, Produksi dan Produktivitas Sayuran. Bandung Jawa Barat.
- Dinas Kehutanan Prop. Jabar, 2010. Luas Lahan Kritis di Jawa Barat. Perum Perhutani Unit III, Dinas Kehutanan Kab/Kota dan Balai Pengelola DAS.
- Debertin DL. 1986. Agricultural Production Economics. Mcmillan Publishing Company, New York.
- Katharina R. 2007. Adopsi konservasi sebagai bentuk investasi usaha jangka panjang (Studi kasus usahatani kentang lahan kering dataran tinggi Pengalengan). *Jurnal Manajemen dan Agribisnis*. 4(1).
- Jondrow J, CAK Lovell, IS Materov, and P Schmidt. 1982. On the estimation of technical inefficiency in the stochastic frontier production function model. North Holland Publishing Company. *Journal of Econometrics* 19: 233-238.
- 18(1): 33-77.
- Meeusen W and JVD Broeck. 1977. Efficiency estimation from Cobb-Douglas production function with composed error. *International Economic Review*. 18: 435-444.
- Reddy M. 2002. Implikation of Tenancy Status on Productivity and Efficiency: Evidence from Fuji. *Sri Langkan Journal of Agricultural Economics*. 4(1): 19-37.
- Wadud A and B White. 2000. Farm household efficiency in Bangladesh: A comparison of stochastic frontier and DEA methods. *Applied Economics* 32: 1665-1673.