

# ANALISIS EFISIENSI TEKNIS, EFISIENSI ALOKATIF, DAN EFISIENSI EKONOMI USAHATANI JAGUNG BERDASARKAN VARIETAS DI PROVINSI GORONTALO

## *Analyses of Technical, Allocative, and Economic Efficiencies of Maize Farm Management by Variety in Gorontalo Province*

Andi Yulyani Fadwiwati<sup>1</sup>, Sri Hartoyo<sup>2</sup>, Sri Utami Kuncoro<sup>2</sup>, dan I Wayan Rusastra<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Gorontalo, Jl. Kopi No.270 Bone Bolango, Provinsi Gorontalo

<sup>2</sup>Fakultas Ekonomi dan Manajemen Institut Pertanian Bogor, Jl. Raya Darmaga, Kampus IPB Darmaga Bogor

<sup>3</sup>Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian, Jl. A.Yani No. 70 Bogor

Email: ayulyanifadwiwati@yahoo.co.id

Naskah diterima : 10 Juli 2013

Naskah disetujui terbit : 4 Februari 2014

### ABSTRACT

This study aims to measure technical, allocative, and economic efficiencies of maize farming and factors influencing the technical inefficiency in Boalemo, Pohuwato, and Gorontalo Regencies, Gorontalo Province. Random sampling was used in selecting the respondents of 355 farmer households in 2012. The data were analyzed using the Cobb-Douglas stochastic frontier production function. Adoption of new improved variety (VUB) is more efficient than that of the old one (VUL). VUB's technical, allocative and economic efficiencies were each of 84%, 40%, and 34%, respectively. VUL's technical, allocative and economic efficiencies were 75%, 36%, and 26%, respectively. Factors causing technical inefficiency were educational level, farmer group membership, access to credit, and agriculture extension. Increased efficiency can be achieved through farm management improvement, i.e. both technical and managerial capabilities of farmers.

**Key words** : *technical efficiency, allocative efficiency, economic efficiency, farming, maize*

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur efisiensi teknis, efisiensi alokatif, dan efisiensi ekonomi usahatani jagung, serta faktor-faktor apa yang memengaruhi inefisiensi teknis. Penelitian dilakukan di Provinsi Gorontalo, yaitu Kabupaten Gorontalo, Kabupaten Boalemo dan Kabupaten Pohuwato. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *random sampling*, yaitu sebanyak 355 rumah tangga petani dengan menggunakan data *cross section* tahun 2012. Metode analisis menggunakan fungsi produksi stokastik frontier Cobb-Douglas, dan efisiensi alokatif serta ekonomis dianalisis menggunakan pendekatan dari sisi input. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan varietas unggul baru lebih efisien dibandingkan dengan penggunaan varietas unggul lama dengan tingkat efisiensi teknis, alokatif dan ekonomi masing-masing 84%, 40%, dan 34% untuk VUB, sedangkan untuk VUL masing-masing 75%, 36%, dan 26%. Faktor-faktor yang menjadi penyebab inefisiensi teknis adalah lama pendidikan, keanggotaan dalam kelompok tani, akses kredit dan penyuluhan. Implikasi kebijakan, yaitu peningkatan efisiensi dapat dilakukan melalui peningkatan manajemen usahatani baik teknis maupun kapabilitas manajerial petani.

**Kata kunci** : *efisiensi teknis, efisiensi alokatif, efisiensi ekonomi, usahatani, jagung*

### PENDAHULUAN

Salah satu tanaman pangan strategis dan bernilai ekonomis yang tinggi adalah jagung. Jagung (*Zea mays*) mempunyai

peluang untuk dikembangkan karena kedudukannya sebagai sumber utama karbohidrat dan protein setelah beras (Zubachtirodin *et al.*, 2007). Posisi jagung dalam diversifikasi konsumsi pangan berfungsi mengurangi ketergantungan terhadap makanan pokok beras, selain itu juga mempunyai arti penting

dalam pengembangan industri karena merupakan bahan baku untuk industri pangan maupun industri pakan ternak, khususnya pakan ternak monogastrik. Proporsi jagung dalam pakan rata-rata mencapai 51 persen terutama untuk pakan ayam broiler dan petelur. Penggunaan jagung yang relatif tinggi ini disebabkan oleh harganya yang relatif murah, mengandung kalori yang tinggi, mempunyai protein dengan kandungan asam amino yang lengkap, mudah diproduksi, dan digemari oleh ternak (Tangenjaya *et al.*, 2005).

Pemerintah telah mencanangkan program percepatan peningkatan produksi jagung. Program tersebut menekankan pada perluasan areal tanam/panen dan peningkatan Intensitas Pertanaman (IP) karena pada daerah-daerah penghasil jagung di Indonesia masih terdapat potensi lahan cukup luas untuk pengembangan usahatani jagung. Upaya ini mulai dirintis pada MT 1996/97 yang kemudian dilanjutkan dengan program Gerakan Mandiri Peningkatan Produksi Padi, Kedelai, dan Jagung (Gema Palagung 2001) pada MT 1998/99. Program Gema Palagung 2001 diaktualisasikan dalam Upaya Khusus Peningkatan Ketahanan Pangan Nasional (UPSUS PKPN) melalui pemberdayaan masyarakat termasuk petani. Selain program tersebut, pada tahun 2005 melalui Badan Litbang Pertanian juga telah melakukan suatu terobosan baru yaitu program Rintisan Pemasyarakatan Inovasi Teknologi Pertanian (PRIMATANI), bertujuan untuk mempercepat waktu, meningkatkan kadar dan memperluas prevalensi adopsi teknologi inovatif.

Upaya pengembangan Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT), melalui program Sekolah Lapang (SL) PTT dimaksudkan sebagai upaya peningkatan produksi nasional, meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani dalam mengelola usahatannya. Peluang peningkatan produksi nasional khususnya produksi jagung dalam negeri masih sangat besar terutama melalui peningkatan produktivitas dengan menggunakan benih bermutu dan varietas unggul baru serta perluasan areal tanam. Tingkat penggunaan benih bermutu dari varietas unggul saat ini baru mencapai 28 persen. Bila penggunaan benih bermutu ditingkatkan, diharapkan adanya peningkatan produktivitas jagung di dalam negeri.

Berkaitan dengan pengembangan sektor pertanian khususnya jagung di Provinsi

Gorontalo, potensi lahan kering sebesar 447.948 hektar, untuk pengembangan jagung 27.565 hektar, yang sudah dimanfaatkan 99.176 hektar (45%) sedangkan yang belum dimanfaatkan 121.230 hektar (55%), sehingga masih terdapat peluang untuk pengembangannya (Dinas Pertanian Provinsi Gorontalo, 2012). Komoditas jagung di Provinsi Gorontalo merupakan komoditas unggulan, namun terdapat permasalahan yang dihadapi dalam pengembangan usahatani jagung yaitu penurunan luas panen, produksi, dan produktivitas. Dalam lima tahun terakhir (2008 sampai 2012) luas panen jagung menurun sekitar 2,13 persen per tahun, produksi menurun rata-rata 1,68 persen per tahun dan produktivitas menurun sebesar 0,06 persen per tahun (BPS, 2012). Pencapaian produktivitas jagung di Provinsi Gorontalo sebesar 4,5 ton per hektar lebih rendah 0,3 ton per hektar dibandingkan produktivitas jagung nasional yang mencapai 4,8 ton per hektar.

Upaya pemerintah daerah untuk meningkatkan produksi dan produktivitas usahatani jagung adalah penggunaan varietas unggul baru (hibrida). Varietas unggul baru (hibrida) mempunyai hasil 8,9 ton/ha pipilan kering, potensi hasil sekitar 13 ton/ha dan toleran terhadap penyakit bulai. Upaya peningkatan produksi jagung melalui penggunaan benih bermutu merupakan langkah yang strategis. Varietas unggul baru penggunaan inputnya lebih tinggi dibandingkan varietas unggul lama. Salah satu indikator dari efisiensi adalah jika sejumlah output tertentu dapat dihasilkan dengan menggunakan sejumlah kombinasi input yang lebih sedikit dan dengan kombinasi input-input tertentu yang dapat meminimumkan biaya produksi tanpa mengurangi output yang dihasilkan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi teknis, efisiensi alokatif, dan efisiensi ekonomi usahatani jagung berdasarkan varietas serta faktor-faktor apa yang memengaruhi inefisiensi teknis.

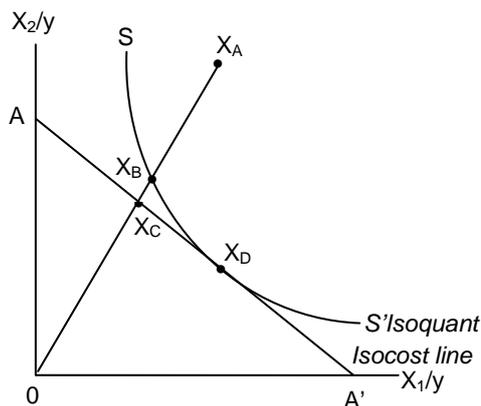
## METODOLOGI PENELITIAN

### Kerangka Pemikiran Teoritis

Penelitian ini mengacu kepada efisiensi yang dikemukakan oleh Farrell (1957) dan Coelli *et al.* (1998). Pengukuran efisiensi menyangkut pengukuran jarak dari titik data

yang diobservasi terhadap frontiernya. Efisiensi dalam produksi disebut dengan efisiensi ekonomi atau efisiensi produktif. Farrell (1957) mengembangkan literatur untuk melakukan estimasi empiris untuk efisiensi teknis, efisiensi alokatif, dan efisiensi ekonomi.

Usahatani yang diuji efisiensinya berada dititik  $X_A$ . Jarak antara  $X_A X_B$  menunjukkan adanya inefisiensi teknis yang merupakan jumlah input yang dapat dikurangi tanpa mengurangi jumlah output. Pengurangan input ini biasanya dipersentasekan dengan ratio  $X_A X_B / OX_A$  untuk mencapai produksi yang efisien secara teknis. Efisiensi teknis dapat dihitung dengan  $OX_B / OX_A$  (Gambar 1). Titik  $X_B$  merupakan titik yang efisien secara teknis karena berada di kurva *isoquant*.



Sumber : Farrell, 1957 dan Coelli, 1998

Gambar 1. Isokuan, Isocost, Efisiensi Teknis (TE), Efisiensi Alokatif (AE), dan Efisiensi Ekonomis (EE) dengan pendekatan dua input

Efisiensi alokatif menggunakan kriteria biaya minimum untuk menghasilkan sejumlah output tertentu pada *isoquant*. Informasi ratio harga input sebagai kemiringan garis *isocost*. Jika ratio harga input ditunjukkan oleh kurva *isocost*  $AA'$ , efisiensi alokatif dapat dihitung. Untuk efisiensi secara alokatif dihitung berdasarkan ratio  $OX_C/OX_B$ . Jarak  $X_C X_B$  menunjukkan pengurangan biaya yang dapat dilakukan guna mencapai efisiensi alokatif. Titik yang efisien secara alokatif dan teknis atau dengan kata lain efisien secara ekonomi berada pada titik  $X_D$ . Efisiensi ekonomi merupakan perkalian antara efisiensi teknis dengan efisiensi alokatif. Untuk efisiensi ekonomi dihitung berdasarkan ratio  $OX_C / OX_A$ .

Efisiensi teknis dinyatakan dengan seberapa jauh penyimpangan suatu usahatani

beroperasi dari fungsi produksi *frontier* pada tingkat teknologi tertentu. Coelli *et al.* (1998) menyatakan bahwa fungsi produksi *frontier* adalah fungsi produksi yang menggambarkan output maksimum yang dapat dicapai dari setiap tingkat penggunaan input. Apabila suatu usahatani berada pada titik di fungsi produksi *frontier* artinya usahatani tersebut efisien secara teknis. Jika fungsi produksi *frontier* diketahui maka dapat diestimasi inefisiensi teknis. Jika fungsi produksi *frontier* diketahui maka dapat diestimasi inefisiensi teknis melalui perbandingan posisi aktual relatif terhadap frontiernya.

Jika informasi harga diketahui dan beberapa perilaku asumsi (seperti minimisasi biaya) sesuai, maka efisiensi alokatif (AE)

- $X_A-X_B$ : inefisiensi teknis
- $X_B-X_C$ : inefisiensi alokatif
- $X_A-X_C$ : inefisiensi ekonomis

dapat dihitung. Efisiensi alokatif adalah kombinasi  $X_1$  dan  $X_2$  yang meminimalkan biaya. Seluruh observasi pada *isocost* 'A' adalah efisiensi alokatif. Observasi 'X<sub>B</sub>' secara teknis efisien, tetapi mempunyai AE yang lebih kecil dari 1. Efisiensi alokatif didefinisikan sebagai:  $AE = OX_C/OX_B$ . Kombinasi TE dan AE menghasilkan efisiensi ekonomi (EE). Hanya observasi 'X<sub>D</sub>' secara ekonomis efisien, pada saat itu isokuan akan bersinggungan dengan *isocost*. Dengan demikian efisiensi ekonomi adalah:

$$EE = TE \times AE$$

$$EE = OX_B / OX_A \times OX_C / OX_B$$

$$EE = OX_C / OX_A.$$

Nilai efisiensi ekonomi berkisar antara 0 dan 1. Nilai 1 menunjukkan usahatani secara penuh mencapai efisiensi ekonomi, sedangkan  $EE < 1$  menunjukkan secara ekonomi inefisien. Metodologi Farrell sudah diaplikasikan secara luas. Studi yang mengaplikasikan dilakukan oleh Aigner dan Chu (1968), Aigner, Lovell dan Schmidt (1977), Meeusen dan van den Broeck (1977), kemudian dimodifikasi oleh Bravo-Ureta (1997).

Aigner *et al.* (1977) serta Meeusen dan Broeck (1977) dalam Coelli *et al.* (1998) mengemukakan fungsi *stochastic frontier* merupakan perluasan dari model asli deterministik untuk mengukur efek-efek yang tidak terduga (*stochastic frontier*) di dalam frontier produksi. Dalam fungsi produksi ini ditambahkan *random error*,  $v_i$  ke dalam variabel acak nonnegatif (*non-negative random variable*),  $u_i$  seperti dinyatakan dalam persamaan berikut ini:

$$Y_i = X_i \beta + (v_i - u_i);$$

dimana  $i=1,2,3,\dots,N$  (1)

Random error,  $v_i$  untuk menghitung ukuran kesalahan dan faktor acak lainnya seperti cuaca, dan lain – lain, bersama – sama dengan efek kombinasi dari variabel input yang tidak terdefinisi di fungsi produksi. Variabel  $v_i$  merupakan variabel acak yang bebas dan secara identik terdistribusi normal (*independent-identically distributed* atau i.i.d) dengan rata-rata bernilai nol dan ragamnya konstan,  $\sigma_v^2$  atau  $N(0, \sigma_v^2)$ . Variabel  $u_i$  diasumsikan i.i.d. eksponensial atau variabel acak setengah normal (*half-normal variables*). Variabel  $u_i$  berfungsi untuk menangkap efek inefisiensi teknis.

Persamaan (1) disebut sebagai fungsi produksi *stochastic frontier* karena nilai output dibatasi oleh variabel acak (*stochastic*) yaitu nilai harapan dari  $x_i\beta+v_i$  atau  $\exp(x_i\beta+v_i)$ . *Random error* bernilai negatif atau positif dan begitu juga output *stochastic frontier* bervariasi sekitar bagian tertentu dari model *deterministic frontier*,  $\exp(x_i\beta)$ . Komponen *deterministic* dari model *frontier*,  $y = \exp(x_i\beta)$ , mengasumsikan bahwa berlaku hukum *diminishing return to scale*. Petani yang menghasilkan output aktual di bawah produksi *deterministic frontier*, namun output *stochastic frontier*-nya melampaui dari output deterministiknya, maka hal ini dapat terjadi karena aktivitas produksi

petani tersebut dipengaruhi oleh kondisi yang menguntungkan (misalnya curah hujan yang cukup, sinar matahari yang memadai, tidak adanya serangan organisme pengganggu tanaman/OPT) dimana variabel  $v_i$  bernilai positif. Petani yang menghasilkan output aktual di bawah produksi *deterministic frontier*, dan demikian pula output *stochastic frontier*-nya berada di bawah output deterministiknya dapat terjadi karena aktivitas produksi petani dipengaruhi oleh kondisi yang tidak menguntungkan dimana  $v_i$  bernilai negatif. Output yang diamati dapat menjadi lebih besar dari bagian *deterministic* dari *frontier* apabila *random error* yang sesuai lebih besar dari efek inefisiensinya (misalnya  $y_i > \exp(x_i\beta)$  jika  $v_i > u_i$ ) (Coelli *et al.*, 1998).

### Waktu dan Lokasi Penelitian

Pemilihan lokasi penelitian dilaksanakan di Provinsi Gorontalo, yaitu Kabupaten Gorontalo, Kabupaten Boalemo, dan Kabupaten Pohuwato. Penentuan lokasi dilakukan secara sengaja (*purposive*) dengan pertimbangan: (1) masing-masing kabupaten merupakan daerah sentra produksi jagung, dan (2) usahatani jagung merupakan mata pencaharian pokok bagi masyarakat.

Kecamatan contoh yaitu Kecamatan Limboto dan Kecamatan Pulubala sebagai kecamatan contoh di Kabupaten Gorontalo, Kecamatan Paguyaman, dan Kecamatan Wonosari sebagai kecamatan contoh di Kabupaten Boalemo, Kecamatan Patilanggio, dan Kecamatan Randangan sebagai kecamatan contoh di Kabupaten Pohuwato. Setiap kecamatan dipilih desa yang mewakili petani jagung varietas unggul baru dan petani jagung varietas unggul lama. Waktu pengambilan data tahun 2012.

### Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan sekunder. Data primer dikumpulkan melalui metode survei dan wawancara dengan bantuan kuesioner meliputi tingkat produksi jagung, harga-harga input produksi, harga produksi jagung di tingkat petani, jumlah penggunaan tenaga kerja, data sosial ekonomi rumah tangga petani, dan penggunaan input usahatani. Data sekunder adalah data pendukung dari instansi terkait.

Metode pengambilan contoh dilakukan dengan metode *simple random sampling*. Selanjutnya, dari desa terpilih ditentukan petani responden yang akan dijadikan contoh dengan pengelompokan varietas unggul menjadi dua kelompok yaitu varietas unggul baru (hibrida) dan varietas unggul lama (komposit dan lokal). Jumlah petani yang dijadikan unit sampel yang diambil sebanyak 355 orang yang terbagi menjadi petani yang menanam varietas unggul baru sebanyak 227 orang dan petani yang menanam varietas unggul lama 128 orang.

Penentuan kecamatan dan desa digunakan metode *purposive sampling* dengan pertimbangan: (i) merupakan daerah produksi jagung yang terbesar, (ii) jumlah petani yang paling banyak, dan (iii) areal pertanaman yang paling luas, jika dibandingkan dengan kecamatan/desa di daerah lain yang ada di Provinsi Gorontalo.

### Metode Analisis

Fungsi produksi untuk usahatani jagung diasumsikan mempunyai bentuk Cobb-Douglas yang ditransformasikan ke dalam bentuk linier logaritma natural. Model fungsi produksi *stochastic frontier* untuk usahatani jagung varietas unggul baru dan jagung varietas unggul lama dianalisis secara terpisah yaitu:

$$\ln Y_i = \ln \beta_0 + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \beta_3 \ln X_3 + \beta_4 \ln X_4 + \beta_5 \ln X_5 + \beta_6 \ln X_6 + \beta_7 \ln X_7 + v_i - u_i \quad (2)$$

dimana  $x_i$  adalah input yang diduga yaitu lahan, benih, pupuk urea, pupuk Phonska, PPC, pestisida, dan tenaga kerja. Faktor  $-u_i$  (inefisiensi) yaitu lama pendidikan, keanggotaan dalam kelompok tani, *dummy* akses kredit, dan *dummy* penyuluhan.

$$\mu_i = \delta_0 + \delta_1 Z_1 + \delta_2 Z_2 + \delta_3 Z_3 + \delta_4 Z_4 + wt \quad (3)$$

Langkah selanjutnya menghitung efisiensi teknis yang diukur dengan:

$$TE_i = \frac{y_i}{\exp(x_i \beta)} = \frac{\exp(x_i \beta - u_i)}{\exp(x_i \beta) \exp(-u_i)} = \quad (4)$$

Mengukur efisiensi alokatif dan ekonomis terlebih dahulu diturunkan fungsi biaya dual dari fungsi produksi Cobb-Douglas yang homogen (Debertin 1986). Asumsi yang digunakan adalah bentuk fungsi produksi Cobb-Douglas dengan menggunakan dua input seperti berikut:

$$Y = \beta_0 x_1^{\beta_1} x_2^{\beta_2} \quad (5)$$

Fungsi biayanya adalah:

$$C = p_1 x_1 + p_2 x_2 \quad (6)$$

Fungsi biaya dual dapat diturunkan melalui minimisasi biaya dengan kendala output  $Y = Y_0$ . Untuk memperoleh fungsi biaya dual harus diperoleh nilai *expansion path* (perluasan skala usaha) melalui fungsi Lagrange sebagai berikut:

$$L = p_1 x_1 + p_2 x_2 + \lambda (Y - \beta_0 x_1^{\beta_1} x_2^{\beta_2}) \quad (7)$$

Untuk memperoleh nilai  $X_1$  dan  $X_2$  dapat diturunkan sebagai berikut:

*First Order Condition (FOC)* :

$$\frac{\partial L}{\partial x_1} = p_1 - \lambda (\beta_0 \beta_1 x_1^{\beta_1-1} x_2^{\beta_2}) = 0 \quad (8)$$

$$\frac{\partial L}{\partial x_2} = p_2 - \lambda (\beta_0 \beta_2 x_1^{\beta_1} x_2^{\beta_2-1}) = 0 \quad (9)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = Y - \beta_0 x_1^{\beta_1} x_2^{\beta_2} = 0 \quad (10)$$

Dari persamaan (8) dan (9), diperoleh :

$$\lambda = \frac{p_1}{\beta_0 \beta_1 x_1^{\beta_1-1} x_2^{\beta_2}} = \frac{p_2}{\beta_0 \beta_2 x_1^{\beta_1} x_2^{\beta_2-1}}$$

$$p_1 \beta_0 \beta_2 x_1^{\beta_1} x_2^{\beta_2-1} = p_2 \beta_0 \beta_1 x_1^{\beta_1-1} x_2^{\beta_2}$$

$$\frac{\beta_2 x_1}{\beta_1 x_2} = \frac{p_2}{p_1}$$

$$x_1 = \left( \frac{\beta_1}{\beta_2} \right) \left( \frac{p_2}{p_1} \right) x_2$$

$$x_2 = \left( \frac{\beta_2}{\beta_1} \right) \left( \frac{p_1}{p_2} \right) x_1$$

Substitusikan nilai  $x_2$  ke dalam persamaan (5) sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$Y = \beta_0 x_1^{\beta_1} \left[ \left( \frac{\beta_2}{\beta_1} \right) \left( \frac{p_1}{p_2} \right) x_1 \right]^{\beta_2} \quad (11)$$

$$Y = \beta_0 \beta_2^{\beta_2} \beta_1^{-\beta_2} p_1^{\beta_2} p_2^{-\beta_2} x_1^{\beta_1 + \beta_2} \quad (12)$$

$$x_1^{\beta_1 + \beta_2} = \frac{Y}{\beta_0 \beta_2^{\beta_2} \beta_1^{-\beta_2} p_1^{\beta_2} p_2^{-\beta_2}} \quad (13)$$

Dari persamaan (13) dapat diperoleh fungsi permintaan input untuk  $x_1$  dan  $x_2$ :

$$x_1^* = \left[ \frac{Y}{\beta_0 \beta_2^{\beta_2} \beta_1^{-\beta_2} p_1^{\beta_2} p_2^{-\beta_2}} \right]^{\frac{1}{\beta_1 + \beta_2}} \quad (14)$$

$$x_2^* = \left[ \frac{Y}{\beta_0 \beta_1^{\beta_1} \beta_2^{-\beta_2} p_1^{\beta_2} p_2^{-\beta_2}} \right]^{\frac{1}{\beta_1 + \beta_2}} \quad (15)$$

Persamaan (14) dan (15) kemudian disubstitusikan ke dalam persamaan (6) sehingga diperoleh fungsi biaya dual menjadi:

$$C^* = p_1 \left[ \frac{Y}{\beta_0 \beta_2^{\beta_2} \beta_1^{-\beta_2} p_1^{\beta_2} p_2^{-\beta_2}} \right]^{\frac{1}{\beta_1 + \beta_2}} + p_2 \left[ \frac{Y}{\beta_0 \beta_1^{\beta_1} \beta_2^{-\beta_2} p_1^{\beta_2} p_2^{-\beta_2}} \right]^{\frac{1}{\beta_1 + \beta_2}} \quad (16)$$

Jondrow *et al.* (1982) mendefinisikan efisiensi ekonomi sebagai rasio antara biaya total minimum yang diobservasi ( $C^*$ ) dengan

biaya total produksi actual ( $C$ ), sehingga persamaan efisiensi ekonomi menjadi:

$$EE = \frac{C^*}{C} \quad (17)$$

Dengan demikian persamaan efisiensi alokatif adalah:

$$EA = \frac{EE}{TE}; \text{ dengan } 0 \leq EA \leq 1 \quad (18)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Fungsi Produksi Usahatani Jagung Berdasarkan Varietas

Parameter dugaan pada fungsi produksi *stochastic frontier* menunjukkan nilai elastisitas produksi *frontier* dari input-input yang digunakan. Tabel 1 menggambarkan variabel lahan di setiap varietas nyata terhadap produksi pada taraf  $\alpha = 5$  persen, dengan nilai masing-masing sebesar 0,53 dan 0,32. Angka ini menunjukkan bahwa penambahan luas lahan (dimana input lainnya tetap) masih dapat meningkatkan produksi jagung. Variabel lahan paling responsif dibandingkan dengan variabel lainnya karena memiliki koefisien yang terbesar. Hasil ini konsisten dengan penelitian Anupama (2005), Mignouna *et al.* (2012), Isaac (2012), Bravo-Ureta dan Pinheiro (1997), Aye dan Mungatana (2010), Msuya *et al.* (2008), dan Antara (2010) yang melaporkan lahan berpengaruh positif dan signifikan terhadap produksi jagung. Namun terjadi kontradiktif dengan hasil penelitian Olawa (2012) bahwa tidak ada pengaruh yang nyata luas lahan terhadap produksi. Implikasinya adalah jika pemerintah hendak meningkatkan produksi maka variabel lahanlah yang seharusnya menjadi perhatian utama.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa untuk meningkatkan produksi jagung varietas unggul baru masih dapat dilakukan dengan menambah luas lahannya serta memanfaatkan lahan yang selama ini belum dimanfaatkan di Gorontalo. Potensi lahan kering sebesar 447.948 hektar, untuk pengembangan jagung 27.565 hektar, yang sudah dimanfaatkan 99.176 hektar (45%) sedangkan yang belum dimanfaatkan 121.230

ha (55%), sehingga masih terdapat peluang untuk pengembangannya (Dinas Pertanian Provinsi Gorontalo, 2012). Hal yang sama dikemukakan Subandi (1995) dengan melakukan penelitian pada lokasi berbeda dengan hasil produksi jagung di NTT setiap tahunnya selalu meningkat dengan rata-rata 1,47 persen akibat dari peningkatan luas penguasaan lahan.

Usahatani jagung varietas unggul baru selain lahan, elastisitas produksi *frontier* dari variabel benih, pupuk urea, pupuk pelengkap cair (PPC), pestisida, dan tenaga kerja berpengaruh nyata terhadap produksi jagung dengan nilai elastisitas masing-masing 0,1874 (benih), 0,0713 (urea), 0,0293 (PPC), 0,1031 (pestisida), dan 0,1045 (tenaga kerja). Angka ini menunjukkan bahwa penambahan jumlah benih, urea, PPC, pestisida, dan tenaga kerja masing-masing 1 persen (dengan asumsi input lain tetap), dapat meningkatkan produksi jagung varietas unggul baru sebesar 0,1874, 0,0713, 0,0293, 0,1031, dan 0,1045. Varietas unggul lama selain lahan, elastisitas produksi *frontier* dari variabel pupuk urea, pupuk Phonska, dan pestisida berpengaruh nyata terhadap produksi jagung dengan nilai elastisitas masing-masing 0,2812 (urea), 0,1555 (Phonska) dan 0,0999 (pestisida). Angka ini menunjukkan bahwa penambahan jumlah urea, Phonska, dan pestisida masing-masing 1 persen (dengan asumsi input lain tetap), dapat meningkatkan produksi jagung

varietas unggul lama sebesar 0,2812, 0,1555, dan 0,0999.

### Efisiensi Teknis, Efisiensi Alokatif, dan Efisiensi Ekonomi Usahatani Jagung Berdasarkan Varietas

Hasil penelitian menunjukkan bahwa petani varietas unggul baru sebanyak 202 petani (88,98%) mencapai tingkat efisiensi teknis di atas 0,70 dan sebanyak 25 petani (11,02%) masih berada pada kondisi tidak efisien atau masih mengalami inefisiensi teknis dalam usahatani (Tabel 2). Petani varietas unggul lama sebanyak 69 petani (53,91%) mencapai tingkat efisiensi teknis di atas 0,70 dan sebanyak 59 petani (46,09%) masih berada pada kondisi tidak efisien atau masih mengalami inefisiensi teknis dalam usahatani.

Rata-rata efisiensi teknis jagung varietas unggul baru 84 persen, petani yang mencapai efisiensi teknis lebih besar 80 persen sekitar 70,04 persen. Rata-rata efisiensi teknis untuk jagung varietas unggul lama adalah 75 persen, petani yang mencapai efisiensi teknis lebih besar 80 persen sekitar 39,85 persen. Hal ini menunjukkan masih ada ruang untuk meningkatkan efisiensi teknis melalui peningkatan manajemen usahatani.

Tabel 1. Hasil Pendugaan Fungsi Produksi *Stochastic Frontier* pada Usahatani Jagung Varietas Unggul Baru dan Jagung Varietas Unggul Lama dengan Menggunakan Metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) di Provinsi Gorontalo pada Tahun 2012

Variabel	Varietas unggul baru			Varietas unggul lama		
	Koefisien	standar – error	t-ratio	Koefisien	standar – error	t-ratio
Konstanta	7,0489***	0,3392	20,7796	5,8746***	0,4588	12,8042
Luas lahan (X1)	0,5315***	0,0589	9,0259	0,3174***	0,0725	4,3773
Benih (X2)	0,1874***	0,0517	3,6219	0,0006	0,1004	0,0056
Urea (X3)	0,0713***	0,0369	1,9309	0,2812***	0,0665	4,2278
Phonska (X4)	0,0354	0,0347	1,1020	0,1555***	0,0481	3,2366
PPC (X5)	0,0293**	0,0198	1,4805	0,0401	0,0407	0,9844
Pestisida (X6)	0,1031***	0,0259	3,9791	0,0999***	0,0592	1,6882
Tenaga kerja (X7)	0,1045**	0,0668	1,5632	0,0523	0,0603	0,8665

Keterangan : \*\*\* nyata pada tingkat  $\alpha = 5$ persen; \*\* nyata pada tingkat  $\alpha = 10$  persen.

Tabel 2. Distribusi Frekuensi Efisiensi Teknis (ET) Petani Jagung Varietas Unggul Baru dan Petani Jagung Varietas Unggul Lama di Provinsi Gorontalo pada Tahun 2012

Tingkat Efisiensi (%)	Varietas Unggul Baru		Varietas Unggul Lama	
	Jumlah Petani	Persentase (%)	Jumlah Petani	Persentase (%)
≤40	0	-	2	1,56
41-50	0	-	11	8,59
51-60	3	1,32	21	16,41
61-70	22	9,70	25	19,53
71-80	43	18,94	18	14,06
81-90	99	43,60	31	24,22
91-100	60	26,44	20	15,63
Jumlah	227	100,00	128	100,00
Maksimum	98		97	
Minimum	54		35	
Rata-rata	84		75	

Tabel 3. Distribusi Frekuensi Efisiensi Alokatif (EA) dan Efisiensi Ekonomi (EE) Usahatani Jagung Varietas Unggul Baru dan Jagung Varietas Unggul Lama di Provinsi Gorontalo pada Tahun 2012

Tingkat efisiensi (%)	Efisiensi alokatif (EA)				Efisiensi Ekonomi (EE)			
	Varietas unggul baru		Varietas unggul lama		Varietas unggul baru		Varietas unggul lama	
	Jumlah petani (orang)	Persentase (%)	Jumlah petani (orang)	Persentase (%)	Jumlah petani (orang)	Persentase (%)	Jumlah petani (orang)	Persentase (%)
≤20	0	-	0	-	10	4,41	25	19,53
21-30	14	6,17	38	29,69	61	26,87	79	61,70
31-40	113	49,78	45	35,16	121	53,30	22	17,20
41-50	95	41,85	41	32,03	33	14,54	2	1,57
51-60	5	2,20	4	3,12	2	0,88	0	-
≥70	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	-
Jumlah	227	100,00	128	100,00	227	100,00	128	100,00
Maksimum	57		45		55		47	
Minimum	24		35		17		14	
Rata – rata	40		36		34		26	

Perbedaan tingkat efisiensi teknis yang dicapai petani di lokasi penelitian mengindikasikan tingkat penguasaan dan aplikasi teknologi yang berbeda-beda. Hal ini sejalan dengan pendapat Prayoga (2010) bahwa perbedaan tingkat penguasaan teknologi dapat disebabkan oleh atribut yang melekat pada diri petani seperti pengalaman berusahatani, umur, dan pendidikan juga dapat disebabkan oleh faktor eksternal seperti penyuluhan. Perbedaan dalam aplikasi teknologi yaitu dalam hal penggunaan input produksi disamping disebabkan oleh tingkat

penguasaan teknologi, juga disebabkan oleh kemampuan petani untuk mendapatkan input produksi, jumlah anggota keluarga usia produktif berperan bagi petani dalam hal penggunaan input tenaga kerja.

Efisiensi alokatif dan ekonomi diukur dengan menggunakan *dual cost frontier* secara analisis diturunkan dari fungsi *stochastic frontier*. Distribusi frekuensi efisiensi alokatif dan efisiensi ekonomis jagung varietas unggul baru dan varietas unggul lama disajikan pada Tabel 3.

Efisiensi alokatif (AE) varietas unggul baru dan varietas unggul lama masing-masing berkisar antara 24-57 persen (VUB) dan 35-45 persen (VUL). Efisiensi ekonomi (EE) varietas unggul baru dan varietas unggul lama masing-masing berkisar antara 17-55 persen (VUB) dan 14-47 persen (VUL). Rata-rata AE varietas unggul baru dan varietas unggul lama masing-masing sebesar 40 persen (VUB) dan 36 persen (VUL). Rata-rata EE varietas unggul baru dan varietas unggul lama masing-masing sebesar 34 persen (VUB) dan 26 persen (VUL) (Tabel 3). Angka ini menunjukkan bahwa pada usahatani jagung varietas unggul baru dan varietas unggul lama tingkat efisiensi masih rendah, terutama EE. Ini menjadi dasar untuk meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan petani jagung.

Efek kombinasi efisiensi teknis dan efisiensi alokatif memperlihatkan bahwa efisiensi ekonomi varietas unggul baru mempunyai rata-rata 34 persen dengan kisaran 17-55 persen. Hal ini menunjukkan bila petani rata-rata dalam sampel dapat mencapai efisiensi ekonomi maksimum maka petani dapat merealisasikannya dengan penghematan biaya sebesar 38,2 persen (1-34/55), sedangkan pada petani yang tidak efisien mereka dapat menghemat biaya sebesar 69,1 persen (1-17/55).

Efisiensi alokatif (AE) varietas unggul lama berkisar antara 35-45 persen dan efisiensi ekonomi (EE) berkisar antara 14-47 persen. Rata-rata AE dan EE sebesar 36 dan 26 persen (Tabel 3). Angka ini menunjukkan bahwa pada usahatani jagung varietas unggul lama tingkat efisiensi masih rendah, terutama EE.

Efek kombinasi efisiensi teknis dan efisiensi alokatif memperlihatkan bahwa efisiensi ekonomi varietas unggul lama mempunyai rata-rata 26 persen dengan kisaran 14-47 persen. Hal ini menunjukkan bila petani rata-rata dalam sampel dapat mencapai efisiensi ekonomi maksimum maka petani dapat merealisasikannya dengan penghematan biaya sebesar 44,7 persen (1-26/47), sedangkan pada petani yang tidak efisien mereka dapat menghemat biaya sebesar 70,2 persen (1-14/47).

Berdasarkan temuan di atas, maka efisiensi ekonomi masih dapat ditingkatkan. Sementara, inefisiensi alokatif merupakan masalah yang serius dibandingkan dengan

inefisiensi teknik dalam upaya pencapaian tingkat efisiensi ekonomi yang lebih tinggi, karena secara teknis kondisi petani dikatakan efisien (indeks efisiensi teknis  $>0,8$ ) dengan ruang peningkatan efisiensi yang lebih kecil sementara penghematan biaya sebagai dampak pencapaian efisiensi alokatif adalah cukup besar. Upaya yang dapat dilakukan dalam rangka peningkatan efisiensi alokatif pada kondisi petani memperhatikan harga input yaitu penambahan input yang kurang atau pengurangan input yang berlebihan sehingga dicapai biaya minimum. Penelitian Sianipar (2001) melaporkan bahwa kelompok petani jagung yang menggunakan varietas unggul baru (hibrida) lebih efisien dalam penggunaan input.

### **Faktor-Faktor yang Memengaruhi Inefisiensi Usahatani Jagung Berdasarkan Varietas**

Pengaruh inefisiensi dalam model *stochastic frontier* ditunjukkan oleh nilai  $\sigma^2$  dan  $\gamma$ . Parameter  $\gamma$  merupakan ratio dari varians efisiensi teknis ( $u_i$ ) terhadap varians total ( $\varepsilon_i$ ). Varietas unggul baru mempunyai koefisien dugaan dari  $\sigma^2$  adalah 0,0396 dan  $\gamma$  sebesar 0,7457 dan nyata berpengaruh pada tingkat  $\alpha = 5$  persen. Varietas unggul lama mempunyai koefisien dugaan dari  $\sigma^2$  adalah 0,0978 dan  $\gamma$  sebesar 0,9773 dan keduanya nyata berpengaruh pada tingkat  $\alpha = 5$  persen. Angka ini menunjukkan bahwa 75 persen (VUB) dan 97 persen (VUL) dari variasi hasil diantara petani sampel disebabkan oleh perbedaan efisiensi teknis dan sisanya sebesar 25 persen (VUB) dan 3 persen (VUL) disebabkan oleh pengaruh eksternal seperti iklim, serangan hama penyakit, dan kesalahan dalam pemodelan. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh inefisiensi teknis merupakan faktor yang berpengaruh nyata di dalam variabilitas output.

Tabel 4 menampilkan bahwa pendidikan signifikan berpengaruh terhadap inefisiensi teknis pada tingkat  $\alpha = 5$  persen pada varietas unggul baru dengan parameter estimasi negatif (-0,0143). Namun pendidikan tidak signifikan berpengaruh terhadap inefisiensi teknis pada varietas unggul lama dengan parameter estimasi positif (+0,0062). Pendidikan KK (kepala keluarga) rumah tangga petani mempunyai tanda negatif terhadap inefisiensi teknis dan signifikan. Hal

ini menyatakan bahwa pendidikan pada varietas unggul baru merupakan variabel penting yang dapat meningkatkan efisiensi. Artinya semakin lama KK menempuh pendidikan maka petani dapat menurunkan inefisiensi teknisnya dalam mengelola usahataniya atau dengan kata lain lebih efisien.

Fakta di lapangan membuktikan bahwa pendidikan petani masih rendah, sehingga menjadi masalah dalam efisiensi dan hal ini dapat menjadi landasan bagi kebijakan pemerintah untuk meningkatkan pendidikan dan keterampilan manajerial petani. Hasil ini konsisten dengan penelitian Msuya *et al.* (2008) bahwa pendidikan formal dapat mengurangi inefisiensi teknis pada tanaman jagung di Tanzania, Essilfie *et al.* (2011) menyatakan pendidikan dapat mengurangi inefisiensi teknis pada tanaman jagung di Western Kenya; Isaac (2011) menyatakan pendidikan dapat mengurangi inefisiensi teknis pada tanaman jagung di Oyo Nigeria. Kontradiktif dengan temuan Nyagaka *et al.* (2010) dan Bakhsh *et al.* (2006).

tingkat  $\alpha = 10$  persen serta parameter estimasi negatif (-0,1542). Hasil ini konsisten dengan temuan Msuya *et al.* (2008), Olawa dan Olawa (2010). Keanggotaan dalam kelompok tani tidak signifikan berpengaruh terhadap inefisiensi teknis pada varietas unggul lama serta parameter estimasi negatif (-0.0276).

Akses terhadap kredit tidak signifikan terhadap inefisiensi teknis pada varietas unggul baru dengan parameter estimasi positif (+0.0245). Namun akses terhadap kredit signifikan terhadap inefisiensi teknis pada varietas unggul lama dengan parameter estimasi negatif (-0.1307). Akses kredit menurunkan efisiensi pada varietas unggul baru, hasil ini tidak sesuai dengan hipotesis sebelumnya. Akses kredit memainkan peran penting agar usahatani lebih produktif dan efisien. Fakta di lapangan, banyak petani meminjam saprodi pada saat mulai pertanaman, selain itu petani juga meminjam dalam bentuk tunai untuk keperluan rumah tangganya. Pembayaran biasanya dilakukan setelah panen. Hasil penelitian ini konsisten dengan temuan Nyagaka *et al.* (2010). Hasil penelitian ini kontradiktif dengan temuan

Tabel 4. Hasil Pendugaan Parameter Model Efek Inefisiensi Teknis Produksi *Stochastic Frontier* Petani Jagung Berdasarkan Varietas di Provinsi Gorontalo pada Tahun 2012

Variabel	Varietas unggul baru			Varietas unggul lama		
	Koefisien	Standar d-error	t-ratio	Koefisien	Standar d-error	t-ratio
Konstanta	0,4103***	0,0752	5,4524	0,3595***	0,1397	2,5725
Lama pendidikan (Z1)	-0,0143**	0,0094	-1,5234	0,0062	0,0134	0,4643
<i>Dummy</i> keanggotaan dalam kelompok tani (Z2)	-0,1542**	0,0790	-1,9510	-0,0276	0,0823	-0,3350
<i>Dummy</i> akses kredit (Z3)	0,0245	0,0562	0,4358	-0,1307**	0,0868	-1,5048
<i>Dummy</i> penyuluhan(Z4)	-0,1599***	0,0722	-2,2142	-0,1792***	0,0950	-1,8863
R <sup>2</sup>			0,9006			0,7087
Sigma-squared ( $\Sigma^2$ )	0,0396***	0,0139	2,8410	0,0978***	0,0297	3,2945
Gamma ( $\gamma$ )	0,7457***	0,1261	5,9146	0,9773***	0,0176	55,4452
L-R test			36,9511			23,8231

Keterangan: \*\*\* nyata pada tingkat  $\alpha = 5\%$ ; \*\* nyata pada tingkat  $\alpha = 10\%$

Keanggotaan dalam kelompok tani signifikan berpengaruh terhadap inefisiensi teknis pada varietas unggul baru dengan

Msuya *et al.* (2008) bahwa akses kredit berpengaruh signifikan mengurangi inefisiensi teknis pada tanaman jagung di Tanzania.

Akses dengan penyuluhan signifikan terhadap inefisiensi teknis pada varietas unggul baru dan varietas unggul lama dengan parameter estimasi negatif masing-masing (-0,1599) dan (-0,1792). Petani yang mempunyai akses terhadap penyuluhan mempunyai posisi yang lebih baik menggunakan sumber daya yang tersedia dengan menggunakan pengetahuan mereka. Hasil ini membuktikan bahwa ketersediaan informasi berkontribusi terhadap peningkatan efisiensi teknis. Penyuluhan dapat meningkatkan efisiensi melalui perubahan teknik budidaya, mekanisasi, penggunaan input baru dan unggul, jumlah input yang optimal, dan peningkatan teknologi. Hasil penelitian ini konsisten dengan temuan Nahraeni (2012) yaitu frekuensi penyuluhan bertanda negatif dan berpengaruh nyata, artinya petani yang menerima kunjungan penyuluhan lebih banyak dapat mengelola usahataniya lebih efisien; Bakhsh *et al.* (2006) menyatakan kontak dengan penyuluh bertanda negatif dan berpengaruh nyata, artinya petani yang kontak dengan penyuluh mengelola usahataniya lebih efisien pada usahatani kentang.

## KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN

### Kesimpulan

Penggunaan varietas unggul baru lebih efisien dibandingkan dengan penggunaan varietas unggul lama. Efisiensi teknis, efisiensi alokatif, dan efisiensi ekonomi lebih tinggi pada varietas unggul baru dibandingkan dengan varietas unggul lama. Secara umum efisiensi teknis cukup tinggi, namun demikian masih terdapat peluang untuk meningkatkan efisiensi teknis pada tingkat teknologi sekarang untuk mencapai produksi optimal.

Faktor-faktor yang memengaruhi inefisiensi teknis pada varietas unggul baru adalah lama pendidikan, keanggotaan dalam kelompok tani, dan penyuluhan, sedangkan pada varietas unggul lama adalah keanggotaan dalam kelompok tani, akses kredit, dan penyuluhan.

### Implikasi Kebijakan

Masih terdapat peluang untuk meningkatkan efisiensi baik pada usahatani varietas

unggul baru maupun pada varietas unggul lama untuk mencapai efisiensi usahatani maksimum. Peningkatan efisiensi dapat dilakukan melalui program penyuluhan berupa pelatihan atau training, serta peningkatan manajemen usahatani, baik teknis maupun kapabilitas manajerial petani.

Diperlukan pola pembinaan yang berkelanjutan oleh pemerintah daerah maupun instansi terkait lainnya mengenai teknik budidaya maupun pascapanen, mengingat usahatani jagung merupakan sumber pendapatan utama bagi masyarakat Gorontalo.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aigner, D. and S.F. Chu. 1968. On Estimation The Industry Production Function. *American Economics Review* 58 (4):826-839.
- Aigner, D., C.A.K. Lovell, and P. Schmidt. 1977. Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models. *Journal of Econometrics* 6:21-37.
- Antara, M. 2010. Analisis Produksi dan Komparatif antara Usahatani Jagung Hibrida dengan Nonhibrida di Kecamatan Palolo Kabupaten Sigi. *Jurnal Agroland* 17(1):56-62.
- Anupama, J., R.P. Singh, and Ranjit Kumar. 2005. Technical Efficiency in Maize Production in Madhya Pradesh: Estimation and Implications. *Agricultural Economics Research Review* 18: 305-315.
- Aye, G. and E. Mungatana. 2010. Technical Efficiency of Traditional and Hybrid Maize Farmers in Nigeria: Comparison of Alternative Approaches. *African Journal of Agricultural Research* 5(21): 2909-2917.
- Bakhsh, K.A. and B. Ahmad. 2006. Technical Efficiency and Its Determinant in Potato Production: Evidence from Punjab, Pakistan. *The Lahor Journal of Economics* 11(2):1-22.
- BPS. 2009. Statistik Indonesia. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- BPS. 2012. Gorontalo dalam Angka. Badan Pusat Statistik. Provinsi Gorontalo. Gorontalo.
- Bravo-Ureta, B.E. and A.E. Pinheiro. 1997. Technical, Economic, and Allocative Efficiency in Peasant Farming: Evidence from the Dominican Republic. *The Developing Economies XXXV-1* (March 1997): 48 – 67.

- Coelli, T.J., D.S. Prasada Rao, and G. E. Battese. 1998. *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Kluwer Academic Publisher. Boston.
- Debertin, D.L., 1986. *Agricultural Production Economics*. Second Edition. Mc.Graw Hill Inc. New York.
- Dinas Pertanian Provinsi Gorontalo. 2012. Laporan Tahunan Dinas Pertanian Provinsi Gorontalo. Dinas Pertanian Provinsi Gorontalo. Gorontalo.
- Essilfie, F.L., M.T. Asiamah, and F. Nimoh. 2011. Estimation of Farm Level Technical Efficiency in Small Scale Maize Production in the Mfantseman Municipality in the Central Region of Ghana: A Stochastic Frontier Approach. *Journal of Development and Agricultural Economics* 3 (14): 645-654.
- Farrel, M.J. 1957. The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of The Royal Statistical Society, Series A*, 120:253-290.
- Isaac, O. 2011. Technical Efficiency of Maize Production in Oyo State. *Journal of Economics and Internasional Finance* 3 (4): 211-216.
- Jondrow, J., C.A. Lovell, I.S. Materov, and Schmidt. 1982. On The Estimation of Technical Inefficiency in The Stochastic Frontier Production Function Model. *Journal of Econometrics*. North Holland Publishing Company 19: 233-238.
- Mignouna, D.B., V.M. Manyong, K.D.S. Mutabazi, E.M. Senkondo, and J.M. Oleke. 2012. Assessing The Technical Efficiency of Maize Producers with Imazapyr-Resistant Maize for Striga Control in Western Kenya. *Journal of Development and Agricultural Economics* 4(8): 245-251.
- Msuya, E.E., S. Hisano, and T. Nariu. 2008. Explaining Productivity Variation among Smallholder Maize Farmers in Tanzania. MPRA Paper No. 14626. Online at <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/14626>.
- Nahraeni, W. 2012. Efisiensi dan Nilai Keberlanjutan Usahatani Sayuran Dataran Tinggi di Provinsi Jawa Barat. Disertasi Program Doktor. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Nyagaka, D.O., A. Gideon, Obare, J. M. Omiti, and W. Nguyo. 2010. Technical Efficiency in Resource Use: Evidence from Smallholder Irish Potato Farmers in Nyandarua North District, Kenya. *African Journal of Agricultural Research (AJAR)* 5 (11): 1179-1186.
- Olawa, O.W. and O.A. Olawa. 2010. Sources of Technical Efficiency among Smallholder Maize Farmer in Osun State of Nigeria. *Research Journal of Applied Sciences* 5 (2): 115-122,2010.
- Prayoga, A. 2010. Produktivitas dan Efisiensi Teknis Usahatani Padi Organik Lahan Sawah. *Jurnal Agro Ekonomi* 28 (1): 1-19.
- Sianipar, J.E. 2001. Efisiensi Produksi Pada Sistem Usaha Pertanian Jagung di Desa Randuacir Kota Salatiga. Tesis. Program Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta (unpublished).
- Subandi. 1995. Studi Kelayakan Pemanfaatan Lahan Miring untuk Palawija. Laporan Kerjasama PT Rajawali Nusantara Indonesia (RNI) dengan Balitjas Maros.
- Tangendjaya, B., Y. Yusdja, dan N. Ilham. 2005. Analisis Ekonomi Permintaan Jagung Untuk Pakan. *Ekonomi Jagung Indonesia*: 229-255.
- Zubachtirodin, M. S. Pabbage, dan Subandi. 2007. Wilayah Produksi dan Potensi Pengembangan Jagung. *Dalam* Sumarno, *et al.* (Editor). *Jagung: Teknik Produksi dan Pengembangan*: 464-473.