

# EFISIENSI DAN KESENJANGAN TEKNOLOGI USAHATANI PADI SAWAH DI PULAU JAWA

## *EFFICIENCY AND TECHNOLOGY GAP IN WETLAND RICE FARMING IN JAVA ISLAND*

Mohammad Junaedi<sup>1</sup>, Heny K. S. Daryanto<sup>2</sup>, Bonar M. Sinaga<sup>2</sup>, Sri Hartoyo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Badan Pusat Statistik, email: best\_703@yahoo.com

<sup>2</sup>Fakultas Ekonomi dan Manajemen, Institut Pertanian Bogor

Masuk tanggal : 2 Juni 2017, diterima untuk diterbitkan tanggal : 30 Agustus 2017

### Abstrak

Karakteristik antarprovinsi yang berbeda menyebabkan kesenjangan penggunaan teknologi dalam usahatani padi sawah di Pulau Jawa yang mengakibatkan ukuran jumlah produksi maksimal (*frontier*) antarprovinsi tidak dapat diperbandingkan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor apa saja yang memengaruhi produksi, efisiensi dan bagaimana kesenjangan teknologi pada usahatani padi sawah di Pulau Jawa. Untuk membuktikan bahwa ukuran tingkat efisiensi di 4 provinsi sentra di Pulau Jawa tidak dapat diperbandingkan, maka pada penelitian ini digunakan analisis *meta-frontier*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua koefisien variabel fungsi produksi sesuai harapan bernilai positif. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa penggunaan ukuran efisiensi teknis yang diukur berdasarkan *frontier* masing-masing provinsi akan menyebabkan kebijakan yang dihasilkan menjadi bias dan salah arah, sehingga dibutuhkan catatan khusus dalam analisisnya.

**Kata kunci:** efisiensi, kesenjangan teknologi, meta-frontier, usahatani, padi sawah

### Abstract

*The characteristics of different provinces led to the use of different technologies among wetland rice farming in Java. Such differences lead to the technology gap that resulted in incomparable frontier size among provinces. This study analysed the factors affected on the production, efficiency and how the technological gap in wetland rice farming. Meta-frontier analysis is applied in this article to prove that the measure of the technical efficiency level in four Java Island provinces can not be compared among each other. All variable coefficients production function as expected is positive and significant. This study also shows that the utilization of technical efficiency (TE) were measured based on their respective frontier province could lead to biased and misleading policy decisions, so it needs to be given special notes in its analysis.*

**Keywords:** efficiency, meta-frontier, technology gap, wetland rice farming

## PENDAHULUAN

Salah satu komoditas pangan utama yang menjadi sasaran program swasembada pangan di Indonesia adalah padi sebagai bahan baku yang akan diolah menjadi makanan pokok beras. Sebanyak 95 persen rakyat Indonesia mengkonsumsi beras sebagai makanan pokok, padahal Indonesia memiliki 77 bahan pangan yang memiliki kandungan karbohidrat sama atau lebih tinggi dibandingkan beras. Begitu pentingnya beras bagi rakyat Indonesia sehingga banyak yang menganggap beras sebagai komoditas ekonomi bahkan sebagai komoditas politik karena kelangkaan beras yang akan menyebabkan kenaikan harga beras yang tidak terkendali akan meresahkan seluruh rakyat Indonesia, karenanya pemerintah sangat kuat mengintervensi kebijakan terkait perberasan.

Indonesia bisa memenuhi ketersediaan berasnya melalui impor. Namun melihat pesatnya pertumbuhan jumlah penduduk dan besarnya konsumsi beras di Indonesia, sementara pasar beras internasional masih berupa *thin marke*<sup>1</sup>, maka Indonesia tidak bisa mengandalkan pemenuhan kebutuhan beras dari pasokan impor. Dalam hal ini kebijakan swasembada pangan diiringi dengan diversifikasi pangan merupakan alternatif penting. Namun kebijakan swasembada pangan menghadapi tantangan berat karena fakta di lapangan menurut data Badan Pusat Statistik (BPS, 2015a) lahan pertanian tanaman pangan hanya meningkat dari 7,77 juta ha pada tahun 1986 menjadi 8 juta ha pada tahun 2012, dengan laju pertumbuhan hanya 2,9 persen. Sementara itu lahan perkebunan yang hanya dimiliki oleh segelintir orang luasnya meningkat dari 7,77 juta ha menjadi 21,41 juta ha, yang berarti meningkat sekitar 144 persen.

Pulau Jawa yang dijuluki sebagai lumbung pangan nasional, merupakan sentra produksi padi sawah di Indonesia.

Data dari BPS (2016) menunjukkan bahwa dari 75,36 juta ton produksi padi nasional, sebanyak 38,97 juta ton (51,71 persen) diproduksi di Pulau Jawa. Empat provinsi di Pulau Jawa yang tergolong sebagai provinsi sentra penghasil padi adalah Provinsi Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, dan Provinsi Banten. Tantangan untuk mempertahankan penggunaan lahan sawah di Pulau Jawa semakin berat karena penggunaan lahan sawah di Pulau Jawa bersaing dengan penggunaan lahan untuk komoditas pertanian lain yang relatif lebih menguntungkan. Misalnya petani yang rasional dan berpengetahuan akan lebih memilih menanam melon yang bisa menghasilkan 15 juta sampai dengan 20 juta rupiah per hektar. Tantangan semakin diperberat dengan terjadinya alih fungsi lahan sebagai tuntutan industrialisasi, modernisasi dan pertumbuhan jumlah penduduk. Ketersediaan pangan terutama beras tetap harus terpenuhi dan keberadaan lahan sawah juga tetap dibutuhkan di Pulau Jawa sebagai area penampungan air untuk ketersediaan sumber resapan air tawar dan air bersih bagi sumber penghidupan penduduk. Penambahan luas areal tanam baru (ekstensifikasi) dirasakan semakin sulit untuk dilakukan disebabkan biaya pembukaan lahan sawah baru dan pembuatan atau rehabilitasi jaringan irigasi yang mahal (Tinaprilla, 2012).

Salah satu alternatif untuk mengurangi ketergantungan akan bahan pangan beras adalah dengan diversifikasi (penganekaragaman) pangan selain beras, seperti singkong, jagung, kentang, ubi, talas, jewawut dan komoditas pangan pokok lainnya. Namun diversifikasi pangan juga bukanlah hal yang mudah untuk dilakukan selama rakyat Indonesia masih merasa “belum makan jika tidak pakai nasi”. Selama program diversifikasi pangan belum berhasil, maka kebutuhan akan ketersediaan beras sebagai bahan makanan pokok yang disukai rakyat Indonesia tetap merupakan hal yang krusial untuk dipenuhi. Solusi alternatif yang penting untuk diperhatikan agar tetap bisa menjamin ketersediaan beras adalah dengan meningkatkan produktivitas lahan sawah,

---

<sup>1</sup> Volume perdagangan beras di pasar internasional masih sedikit karena produksinya masih sedikit dan negara produsen beras juga merupakan negara konsumen beras

yaitu dengan kondisi luas lahan yang sama namun dapat meningkatkan produksi padi. Hal ini bisa dilakukan melalui intensifikasi, yaitu mengoptimalkan input-input yang tersedia dengan penggunaan teknologi usahatani yang lebih baik dan meningkatkan kualitas manajerial petani seperti mendorong untuk aktif dalam kelompok tani, aktif mengikuti penyuluhan dan aktif dalam mengadopsi teknologi pertanian yang baru, sehingga diharapkan dapat meningkatkan efisiensi usahatani padi.

Analisis efisiensi produksi usahatani padi sawah menjadi sangat penting dilakukan dalam mendukung program kebijakan swasembada pangan nasional khususnya swasembada beras. Swasembada beras yang berkelanjutan tentunya sangat memerlukan perbaikan dari sisi penawaran (*supply*) yaitu dengan meningkatkan produktivitas usahatani padi sawah. Proses produksi dikatakan secara teknis tidak efisien (inefisien) bila tidak berhasil mewujudkan produktivitas maksimum. Artinya penggunaan per unit paket input (*input bundle*) tidak dapat menghasilkan produksi maksimum (*frontier*). Masalah inefisiensi juga menyebabkan rendahnya pendapatan dan kesejahteraan petani, karena tingkat pencapaian efisiensi yang tinggi dalam usahatani sangat menentukan tingkat kesejahteraan petani (Saptana, 2012).

Penelitian dengan menggunakan analisis *meta-frontier* di Indonesia pernah dilakukan oleh Tinaprilla (2012) yang meneliti tentang produksi padi, efisiensi teknis dan faktor-faktor yang memengaruhinya dan bagaimana efisiensi alokasi dan efisiensi ekonomi usahatani padi. Penelitiannya dilakukan dengan menggunakan data PATANAS tahun 2010 dengan basis komoditas padi di 5 provinsi sentra dengan 592 observasi. Namun efisiensi teknis untuk *meta-frontier* (0.7116) yang diperoleh dari penelitian tersebut bernilai lebih kecil dibandingkan efisiensi teknis dari fungsi-fungsi *frontier* di beberapa provinsi, sehingga memungkinkan bahwa kesimpulan dan implikasi kebijakan yang diambil menjadi bias.

Penelitian terdahulu yang juga menggunakan analisis *meta-frontier* dilakukan oleh Junaedi et al. (2016) dengan menggunakan metode dan komoditas yang sama. Pada penelitian tersebut wilayah penelitian dikelompokkan menurut wilayah intensifikasi yang relatif sangat luas, yaitu Wilayah Sumatera, Jawa, Bali dan Wilayah Lainnya yang merupakan gabungan dari wilayah-wilayah di Indonesia selain Wilayah Sumatera, Jawa, dan Bali. Hasil penelitian tersebut menunjukkan betapa pentingnya mempertimbangkan aspek kesenjangan teknologi agar ukuran *frontier* masing-masing wilayah bisa saling diperbandingkan, sehingga pengambil kebijakan dapat menentukan urutan prioritas wilayah mana yang perlu diutamakan dalam peningkatan efisiensi teknis usahatani padi sawahnya. Namun karena luasnya wilayah, maka implikasi kebijakan yang dihasilkan dari penelitian tersebut belum bisa mengakomodir aspek spesifik lokasi yang unik dan berbeda-beda antarwilayah. Pada penelitian kali ini, penulis mencoba mengkaji lebih mendalam bagaimana efisiensi teknis dan kesenjangan teknologi khusus di pulau Jawa sebagai wilayah sentra produksi 51,71 persen padi sawah di Indonesia.

Petani-petani dari wilayah berbeda, provinsi berbeda, pulau berbeda ataupun negara yang berbeda akan menghadapi oportunitas produksi yang berbeda pula. Secara teknis petani sebagai Unit Pengambil Keputusan (*Decision Making Unit/DMU*) akan membuat pilihan dari sekumpulan kombinasi input-output yang berbeda atau sekumpulan teknologi yang berbeda (O'Donnell et al., 2008). Perbedaan kondisi tingkat kesuburan tanah, kondisi cuaca, curah hujan, serangan hama antarwilayah akan memberikan pengaruh efisiensi usahatani yang berbeda pula di masing-masing wilayah. Demikian juga tingkat perekonomian, sarana prasarana, kualitas SDM dan tingkat pendidikan petani yang dapat memengaruhi aksesibilitas dan penguasaan teknologi juga akan berpengaruh terhadap tingkat efisiensi usahatani tersebut (Chen dan Song, 2006).

Variasi antarwilayah yang berbeda dalam penggunaan input, teknik produksi, kondisi lingkungan dan faktor-faktor lain tersebut menyebabkan terjadinya kesenjangan teknologi atau *technology gap* (Villano et al., 2010). Variasi antarwilayah (provinsi) yang menyebabkan kesenjangan teknologi ini berimplikasi pada terjadinya ukuran produksi maksimum (*frontier*) antarprovinsi menjadi tidak dapat diperbandingkan satu sama lain karena masing-masing provinsi memiliki acuan (*benchmark*) yang berbeda-beda. Berdasarkan masing-masing *frontier* produksinya, maka masing-masing provinsi menjadi merasa sudah mencapai tingkat efisiensi yang tinggi, padahal jika dibandingkan dengan tingkat efisiensi di provinsi lain maka belum tentu provinsi tersebut sudah efisien. Hal ini akan memberikan hasil analisis dan kesimpulan yang bias, sehingga diperlukan sebuah metode yang bisa mengakomodir adanya kesenjangan teknologi antarprovinsi tersebut yaitu dengan aplikasi fungsi produksi *Meta-Frontier* (Battese dan Rao, 2002; Chen dan Song, 2006; Villano et al., 2010). Melihat kondisi dan fakta tersebut, maka sangat penting dilakukan penelitian tentang efisiensi usahatani padi sawah yang mempertimbangkan keterbandingan antarprovinsi.

Dalam melakukan analisis *meta-frontier*, beberapa permasalahan yang akan diselesaikan pada penelitian ini di antaranya adalah (1) faktor-faktor apa saja yang memengaruhi tingkat produksi dan efisiensi teknis usahatani padi sawah pada 4 provinsi sentra di Pulau Jawa?, (2) bagaimana potensi efisiensi teknis usahatani maksimum di Pulau Jawa?

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kesenjangan teknologi usahatani padi sawah di Pulau Jawa dengan pendekatan fungsi produksi *Meta-Frontier*. Secara khusus penelitian ini bertujuan untuk:

1. mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi tingkat produksi dan

menganalisis efisiensi usahatani padi sawah di Pulau Jawa.

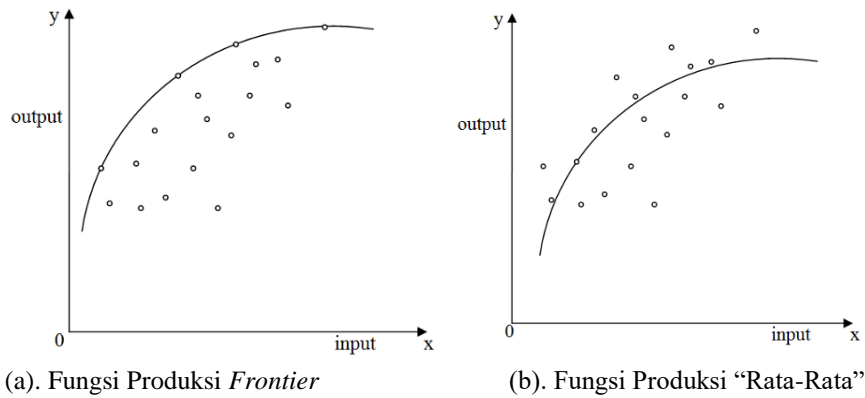
2. mengukur dan menganalisis kesenjangan teknologi usahatani padi sawah di 4 provinsi sentra produksi padi di Pulau Jawa.

## METODOLOGI

### Fungsi Produksi *Frontier* dan Efisiensi

Fungsi produksi *frontier* adalah fungsi produksi yang memberikan output maksimum pada tingkat input tertentu dengan tingkat teknologi yang ada. Farrell (1957) menyebut *frontier* sebagai *frontier* praktik terbaik (*best practice frontier*). *Frontier* praktik terbaik digunakan sebagai standar acuan efisiensi suatu usahatani. Tujuan dari pendekatan fungsi produksi *frontier* adalah untuk mengestimasi batas (*frontier*) dari estimasi fungsi produksi rata-rata.

Berdasarkan pengertian fungsi produksi *frontier* dari Gambar 1(a), maka petani yang berproduksi disepanjang kurva berarti telah berproduksi secara efisien, karena untuk sejumlah kombinasi input tertentu dapat diperoleh output yang maksimum, namun dalam pengertian rata-rata pada Gambar 1(b), petani yang berproduksi di sepanjang kurva belum tentu yang paling efisien. Untuk mengukur seberapa efisienkah suatu usahatani maka dianalisis dengan pendekatan fungsi produksi *frontier*. Fungsi produksi yang akan digunakan dalam penelitian ini menggunakan model fungsi produksi Cobb-Douglas. Beberapa alasan penggunaan fungsi produksi Cobb-Douglas adalah karena bentuknya relatif sederhana, dapat ditransformasi menjadi bentuk linier additif, dan jarang menimbulkan masalah. Banyak dari penelitian-penelitian terdahulu yang terkait dengan fungsi produksi stokastik *frontier* (*stochastic frontier production function*) yang merekomendasikan penggunaan bentuk fungsi produksi Cobb-Douglas.



Sumber: Tinaprilla (2012)

**Gambar 1. Perbedaan fungsi produksi *Frontier* dengan rata-rata**

Model fungsi produksi jenis fungsi Cobb-Douglas awalnya diajukan secara terpisah oleh Aigner et al. (1977) serta Meeusen dan van den Broeck (1977). Galat (*error term*) pada model mereka mengandung dua komponen, karenanya model ini oleh (Jondrow et al. (1982); Abedullah et al. (2007); Usman et al. (2013)) dan peneliti-peneliti lain sering disebut juga sebagai "*composed error model*". Bentuk umum model fungsi produksi Cobb-Douglas adalah sebagai berikut:

$$Y_i = f(x_i, \beta)e^{v_i - u_i} \equiv e^{x_i\beta + v_i - u_i}$$

atau dalam bentuk logaritma natural ditulis sebagai berikut:

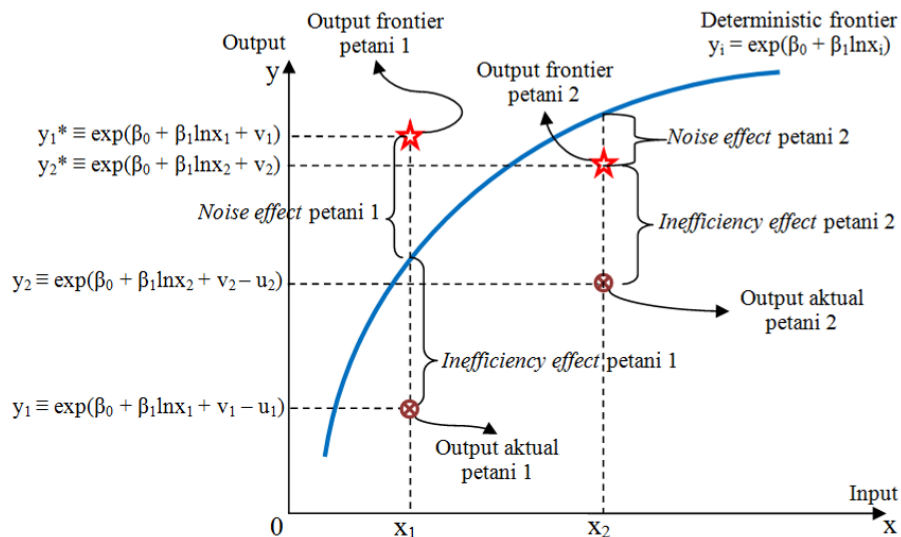
$$\ln y_i = x_i'\beta + v_i - u_i$$

dengan  $y_i$  = output yang dihasilkan oleh petani ke- $i$ ;  $x_i$  = vektor yang berisi  $\ln$  dari input yang digunakan oleh petani ke- $i$ ;  $\beta$  = vektor koefisien parameter yang tak diketahui;  $v_i - u_i$  = galat (*error term*) dari model fungsi produksi usahatani petani ke- $i$ . Galat pada fungsi stokastik *frontier* tersebut terdiri dari dua unsur yaitu  $v_i$  dan  $u_i$ . Unsur  $v_i$  adalah variasi output yang disebabkan oleh faktor-faktor eksternal (misal iklim, serangan hama, bencana alam, dll) yang tidak dapat dikendalikan oleh petani, sebarannya simetris dan menyebar normal  $v_i \sim N(0, \sigma_v^2)$ . Sedangkan  $u_i$  merefleksikan komponen inefisiensi yaitu komponen galat yang sifatnya internal

(dapat dikendalikan) dan biasanya berkaitan dengan kapabilitas managerial petani dalam mengelola usahatannya. Komponen ini sebarannya asimetris (*one sided*) yakni  $u_i \geq 0$ . Jika proses produksi berlangsung efisien (sempurna) maka output yang dihasilkan berimpit dengan potensi produksi maksimal (*frontier*) untuk *the best practice*. Dalam hal ini tidak terjadi inefisiensi yang berarti  $u_i = 0$ . Sebaliknya jika  $u_i > 0$  berarti berada di bawah potensi tersebut, dan dikatakan terjadi inefisiensi dalam usahatani. Distribusinya menyebar setengah normal ( $u \sim |N(0, \sigma_u^2)|$ ).

Fungsi produksi *frontier* merupakan jumlah output maksimum yang mungkin dicapai dari penggunaan input pada tingkat teknologi tertentu dan diasumsikan sudah efisien atau tidak terjadi inefisiensi ( $u_i=0$ ). (1)

Gambar 2 menunjukkan ilustrasi komponen deterministik model *frontier* dari dua petani diwakili oleh petani 1 dan petani 2 dengan output aktual sebesar  $y_1$  dan  $y_2$ . Output *frontier* petani 1 (sebesar  $y_1^*$ ) dan output *frontier* petani 2 (sebesar  $y_2^*$ ) tidak dapat diamati atau diukur karena adanya *random error* ( $v_i$ ) dari keduanya yang tidak teramati. Output *frontier* dari petani 1 berada di atas fungsi produksi deterministik *frontier* karena *noise effect*-nya bernilai positif dan lebih besar dari *inefficiency effect*-nya,  $v_1 > 0$ , sedangkan output *frontier* untuk petani 2 berada di bawah fungsi produksi deterministik *frontier* karena  $v_2 < 0$ . (2)



Sumber : Diadopsi dengan penyesuaian dari Coelli et al. (2005)

**Gambar 2. Ilustrasi fungsi produksi *Deterministic Frontier***

Ukuran efisiensi teknis ( $TE_i$ ) dihitung dari rasio output hasil observasi terhadap output maksimum (*frontier*) sebagai berikut (Battese dan Coelli, 1988; O'Donnell et al., 2008):

$$TE_i = \frac{y_i}{f(x_i; \beta) e^{v_i}} = e^{-u_i}, i = 1, 2, \dots, N$$

dengan nilai efisiensi teknis,  $0 \leq TE_i \leq 1$ . Efisiensi teknis berlawanan dengan inefisiensi teknis, sehingga nilai inefisiensi teknis besarnya  $1 - TE_i$ . Efisiensi petani didefinisikan sebagai produktivitas aktual seorang petani relatif terhadap produktivitas potensial maksimum (Farrell, 1957). Produktivitas potensial maksimum didefinisikan sebagai *frontier* produksi (juga dikenal sebagai *frontier* dari praktik terbaik). Pengukuran efisiensi melibatkan jarak suatu titik observasi dengan titik *frontier*-nya.

### Fungsi Produksi Meta-Frontier dan Kesenjangan Teknologi

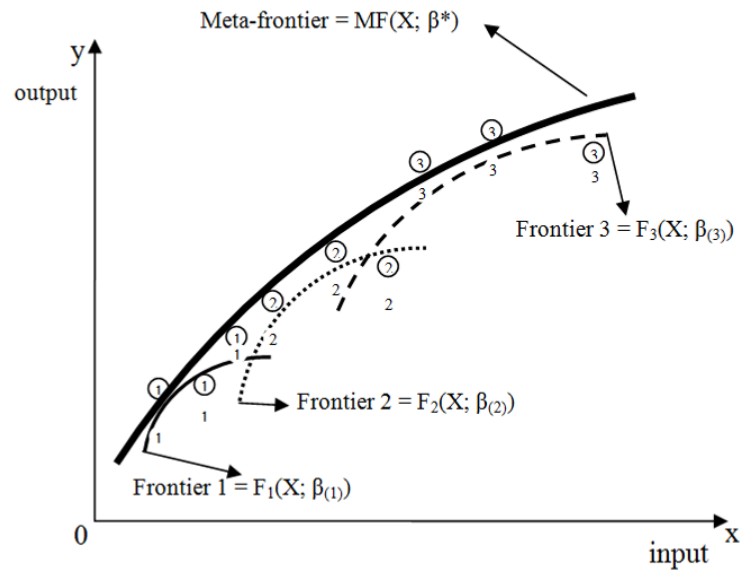
Penggunaan istilah *Meta-Frontier* digunakan pertama kali oleh Battese dan Rao (2002) didasarkan pada penelitian Hayami dan Ruttan (1969) yang menggunakan istilah *Meta-Production* sebagai istilah amplop (*envelope*) yang melingkupi semua fungsi produksi yang ada. Battese dan Rao (2002) menggunakan fungsi produksi *meta-frontier* untuk menyelidiki efisiensi teknis perusahaan dalam kelompok yang berbeda yang

dimungkinkan tidak memiliki teknologi yang sama. Terdapat beberapa pendekatan yang dapat digunakan untuk melakukan estimasi terkait dengan produksi *frontier*. Namun estimasi efisiensi dalam model *stochastic frontier* biasanya mengasumsikan bahwa teknologi produksi yang digunakan adalah sama untuk semua usahatani yang dilakukan oleh petani di semua wilayah, padahal karakteristik antarwilayah yang berbeda bisa jadi menyebabkan terjadinya penggunaan teknologi yang berbeda antarwilayah. Perbedaan teknologi yang tidak teramati (faktor random) dianggap tidak tepat sebagai faktor inefisiensi jika variasi dalam teknologi produksi tersebut tidak diperhitungkan (Villano et al., 2010).

Sejumlah metode dapat digunakan untuk mengatasi masalah perbedaan dan kesenjangan teknologi usahatani ini, diantaranya adalah metode *stochastic meta-frontier* (Battese dan Rao, 2002; Battese et al., 2004), *latent class models* (Greene, 2005), *random parameter model* (Greene, 2005), *switching regression model* (Sriboonchitta dan Wiboonpongse, 2005) dan *state-contingent frontier* (O'Donnell dan Griffiths, 2004). Dalam penelitian ini digunakan analisis *meta-frontier* adalah karena kemampuannya dalam melakukan estimasi rasio kesenjangan teknologi, di samping itu juga mempertimbangkan kemampuannya dalam melakukan estimasi

(3)

parameter-parameter dalam fungsi produksi *frontier* dan juga efisiensi teknis.



Sumber: Battese et al. (2004).

**Gambar 3. Ilustrasi fungsi produksi *Meta-Frontier* dan *Individual Frontier***

Untuk mengatasi kesenjangan antarwilayah provinsi pada *frontier* produksi pertaniannya dan memperoleh efisiensi teknis masing-masing wilayah yang dapat diperbandingkan, maka dalam penelitian ini menggunakan analisis *meta-frontier* seperti yang digunakan Battese et al. (2004). Fungsi produksi *meta-frontier* adalah fungsi produksi *frontier* yang melingkupi seluruh fungsi produksi *frontier* dari masing-masing wilayah. Gambar 3 merupakan ilustrasi *meta-frontier* untuk kasus sederhana dengan satu input yang melingkupi fungsi produksi *frontier* dari 3 wilayah. Nilai-nilai hasil observasi ditunjukkan dengan angka-angka yang tidak dilingkari yang sesuai dengan nomor fungsi produksi *frontier* masing-masing, sedangkan nilai-nilai output stokastik *frontier* yang tidak terobservasi (*unobservable*) ditandai dengan angka di dalam lingkaran yang berada di atasnya. Nilai-nilai yang dilingkari yang bersesuaian dengan nomor kurva dapat dianggap sebagai rata-rata dari output potensial dari masing-masing fungsi *frontier* pada tingkat input yang digunakan.

Mengutip kalimat Battese et al. (2004):

“.....The metafrontier production function is thus defined as a deterministic parametric function (of specified functional form) such that its values are no smaller than the

*deterministic components of the stochastic frontier production functions of the different groups involved, for all groups and time periods....”*

yang menegaskan bahwa fungsi *meta-frontier* memiliki nilai-nilai yang tidak lebih kecil daripada nilai-nilai fungsi-fungsi deterministik *frontier* masing-masing wilayah. Karenanya nilai-nilai pada fungsi *meta-frontier*, digunakan sebagai acuan (*benchmark*) penghitungan efisiensi teknis bagi wilayah-wilayah di bawahnya. Jika ditemukan nilai efisiensi teknis *meta-frontier* yang lebih kecil dibandingkan nilai efisiensi teknis wilayah di bawahnya seperti halnya dalam penelitian Tinaprilla (2012), maka hal ini jelas bertentangan dengan penegasan tersebut.

Untuk suatu kumpulan input tertentu, rasio kesenjangan teknologi (*technology gap ratio/TGR*) didefinisikan sebagai output tertinggi yang mungkin dicapai (*frontier*) pada suatu wilayah dibagi dengan output tertinggi yang mungkin dicapai pada *meta-frontier*. *Meta-frontier* bisa diestimasi dengan menemukan fungsi yang terbaik dalam melingkupi komponen-komponen deterministik hasil estimasi *stochastic frontier* dari wilayah-wilayah yang berbeda. Sesuai dengan Battese et al. (2004), fungsi produksi *meta-frontier* adalah fungsi

*frontier* yang melingkupi semua *frontier* dari masing-masing wilayah seperti digambarkan pada Gambar 3 memiliki bentuk umum sebagai berikut:

$$Y_i^* = f(x_i, \beta^*) = e^{x_i \beta^*}, i = 1, 2, \dots, N$$

di mana  $\beta^*$  adalah vektor parameter untuk fungsi *meta-frontier* sedemikian rupa sehingga:

$$x_i \beta^* \geq x_i \beta_{(j)}, j = 1, 2, \dots, J$$

Perhatikan bahwa output untuk petani ke-*i* pada provinsi ke-*j* dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Y_i &= e^{x_i \beta_{(j)} + v_{i(j)} - u_{i(j)}} \\ &= e^{-u_{i(j)}} \cdot \frac{e^{x_i \beta_{(j)}}}{e^{x_i \beta^*}} \cdot e^{x_i \beta^* + v_{i(j)}} \end{aligned}$$

oleh karena itu, rasio kesenjangan teknologi (TGR) tersebut didefinisikan sebagai:

$$TGR_i = \frac{e^{x_i \beta_{(j)}}}{e^{x_i \beta^*}}$$

dan efisiensi teknis relatif terhadap *meta-frontier* adalah:

$$TE_i^* = TE_i \times TGR_i$$

### Sumber Data dan Lingkup Penelitian

Penelitian ini menggunakan data sekunder hasil survei Struktur Ongkos Usahatani-Tanaman Pangan (SOUT-TP) tahun 2011 yang dilakukan oleh BPS yang dipublikasikan pada tahun 2011. Data yang diolah bersumber dari 1.788 responden petani padi sawah dari 74 kabupaten yang tersebar di 4 provinsi sentra produksi padi sawah di Pulau Jawa, yaitu Provinsi Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, dan Provinsi Banten. Jenis tanaman pangan yang dicakup dalam penelitian hanya padi sawah. Terkait dengan efisiensi dan kesenjangan teknologi usahatani padi sawah, variabel yang digunakan dalam penelitian adalah (1) Output berupa jumlah produksi padi sawah (ton); (2) Input: luas panen sebagai proksi luas lahan (ha), jumlah pupuk (kg), *dummy* benih, dan jumlah tenaga kerja (**hari orang kerja - hok**); (3) Karakteristik petani: jenis kelamin, umur (th), pendidikan; (4) Karakteristik usahatani: musim tanam (*sub-*

*round*), status kepemilikan lahan, akses pembiayaan (kredit), bantuan pemerintah, penggunaan alat bantu pengolahan lahan (penggunaan traktor); dan (5) Kelembagaan: penyuluhan, keanggotaan kelompok tani. Variabel (3), (4), dan (5) merupakan variabel sosial ekonomi. (4)

Keterbatasan dalam penelitian ini adalah data yang digunakan berupa data sekunder, sehingga analisis yang dilakukan terbatas hanya pada variabel-variabel yang tersedia dari data hasil SOUT-TP Tahun 2011. Jenis komoditi yang diteliti hanya padi sawah. Pembahasan dibatasi pada hasil analisis produksi, efisiensi dan kesenjangan teknologi dengan pendekatan fungsi produksi *meta-frontier*. (5)

Merujuk pada penelitian Battese et al. (2004), untuk sejumlah *N* petani pada suatu wilayah yang berusahatani padi sawah dengan menggunakan berbagai input, maka bentuk umum fungsi produksi *stochastic frontier* petani ke-*i* di provinsi ke-*j* adalah: (6)

$$\begin{aligned} Y_i &= f(x_i, \beta_{(j)}) e^{v_{i(j)} - u_{i(j)}} \\ &\equiv e^{x_i \beta_{(j)} + v_{i(j)} - u_{i(j)}} \end{aligned} \quad (7)$$

dengan  $i = 1, 2, \dots, N_j$  dan  $j = 1, 2, \dots, 4$  (8)

Bentuk pada persamaan (9) mengasumsikan bahwa eksponen dari fungsi produksi *frontier* adalah linier dalam vektor parameter  $\beta_{(j)}$ , dan  $x_i$  adalah vektor (atau transformasinya) dari input-input petani ke-*i*.

Berdasarkan data input dan output usahatani padi sawah pada provinsi ke-*j*, bisa diperoleh estimasi parameter-parameter fungsi produksi *frontier*, baik estimasi dengan menggunakan metode *Ordinary Least Square* (OLS) maupun *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Menurut Greene (2002), metode pendugaan yang tidak bias adalah menggunakan MLE. Metode estimasi/pendugaan model *stochastic frontier* dilakukan melalui proses dua tahap. Untuk menjawab tujuan pertama pada penelitian ini, tahap pertama dengan bantuan aplikasi program pengolah data SPSS 22 dilakukan pendugaan menggunakan metode OLS untuk menduga parameter dari variabel-variabel yang menjadi input produksi atau faktor produksi



( $\beta_i$ ) dalam usahatani padi sawah, sehingga dapat ditetapkan variabel-variabel penjelas yang paling besar dalam memberikan pengaruh terhadap variabel respon agar diperoleh model yang paling pas. Setelah diperoleh variabel-variabel penjelas yang paling berpengaruh terhadap variabel respon, tahap kedua dengan bantuan aplikasi program FRONTIER 4.1 secara simultan dilakukan pendugaan menggunakan metode MLE untuk menduga keseluruhan parameter faktor produksi ( $\beta_i$ ) dan pendugaan parameter fungsi inefisiensi ( $\delta_i$ ), serta varians dari kedua komponen galat  $v_i$  dan  $u_i$  ( $\sigma_v^2$  dan  $\sigma_u^2$ ).

Fungsi *stochastic frontier* dengan menggunakan empat variabel input untuk provinsi ke-j setelah ditransformasikan ke dalam bentuk logaritma linier pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

$$\ln Y_i = \beta_{0(j)} + \beta_{1(j)} \ln X_{1i} + \beta_{2(j)} \ln X_{2i} + \beta_{3(j)} \ln X_{3i} + \beta_{4(j)} D + (v_{i(j)} - u_{i(j)})$$

dengan  $Y_i$  = jumlah produksi padi sawah (ton),  $X_{1i}$  = luas panen (ha),  $X_{2i}$  = jumlah tenaga kerja (hok),  $X_{3i}$  = jumlah pupuk (kg),  $D$  = *dummy* penggunaan benih (1-non-lokal, 0-lokal),  $\beta_0$  = intersep,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$ , dan  $\beta_4$  adalah koefisien estimasi parameter,  $v_i - u_i$  = *error term* ( $v_i$  adalah *random effect*, dan  $u_i$  adalah efek inefisiensi teknis dalam model),  $i$  = petani ke- $i$ ,  $j$  = wilayah ke- $j$ . Sementara besarnya efisiensi teknis (*technical efficiency/TE*) petani ke- $i$  pada provinsi ke- $j$ , bisa dihitung dengan menggunakan persamaan (3). Besaran nilai efisiensi teknis berada pada kisaran nol dan satu,  $0 \leq TE_i \leq 1$ .

Bentuk fungsi inefisiensi teknis dengan menggunakan sepuluh variabel sosial ekonomi yang dianggap memengaruhi inefisiensi dalam usahatani padi sawah petani ke- $i$  pada suatu provinsi dalam penelitian ini adalah:

$$u_i = \delta_0 + \delta_1 z_1 + \delta_2 z_2 + \delta_3 z_3 + \delta_4 z_4 + \delta_5 z_5 + \delta_6 z_6 + \delta_7 z_7 + \delta_8 z_8 + \delta_9 z_9 + \delta_{10} z_{10} + w_i$$

dengan  $u_i$  = efek inefisiensi teknis,  $z_1$  = *dummy* jenis kelamin petani (1-Laki-laki 0-Perempuan),  $z_2$  = umur (tahun),  $z_3$  = lama sekolah di-*proxy* dengan ijazah tertinggi

yang dimiliki (0-Tidak/belum SD, 6-SD, 9-SLTP, 12-SLTA, 14-D1/D2, 15-Akademi/D3, 17-D4/S1, 20-S2/S3),  $z_4$  = *dummy* pengolahan lahan (1-Menggunakan traktor, 0-Tidak menggunakan traktor),  $z_5$  = *dummy* akses kredit (1-mendapat kredit, 0-tidak mendapat kredit),  $z_6$  = *dummy* menerima bantuan hibah atau subsidi (1-ya 0-tidak),  $z_7$  = *dummy* memperoleh penyuluhan (1-ya, 0-tidak),  $z_8$  = *dummy* keanggotaan kelompok tani (1-ya, 0-tidak),  $z_9$  = *dummy* musim tanam/sub-round (1-Musim Hujan/MH (jan s.d. apr), 0-Musim Kemarau/MK (mei s.d. agt)),  $z_{10}$  = *dummy* status kepemilikan lahan (1-milik sendiri, 0-bukan milik sendiri),  $w_i$  = variabel acak,  $\delta_1, \dots, \delta_{10}$  = parameter dugaan dari variabel inefisiensi. Penggunaan variabel-variabel ini didasarkan pada ketersediaan data sekunder dari hasil SOUT-TP tahun 2011 dan pemilihan variabelnya didasarkan pada hasil studi empiris penulis-penulis terdahulu seperti Daryanto (2000) dan Tinaprilla (2012). (10)

Merujuk pada penelitian Battese et al. (2004), model fungsi produksi *meta-frontier* seperti pada persamaan (4) merupakan fungsi yang melingkupi (*envelope function*) fungsi-fungsi *stochastic frontier* dari masing-masing provinsi yang dibangun dari data seluruh petani di 4 provinsi tersebut. Untuk menjawab tujuan kedua pada penelitian ini, pendugaan parameter fungsi produksi *meta-frontier* dan nilai-nilai rasio kesenjangan teknologi (TGR) diperoleh dengan menggunakan bantuan program aplikasi SHAZAM.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Uji Hipotesis

Sebelum melakukan analisis, merujuk pada penelitian Kokkinou (2012) perlu dilakukan uji hipotesis apakah terdapat efek inefisiensi pada fungsi produksi stokastik *frontier* di setiap provinsi, dan apakah di setiap provinsi terdapat perbedaan teknologi. Hal ini diperlukan karena jika di semua provinsi tidak terdapat efek inefisiensi dan juga ternyata tidak terdapat perbedaan teknologi, maka analisis kesenjangan teknologi dengan analisis (11)

*meta-frontier* tidak perlu dilakukan. Berdasarkan hasil pengolahan seperti disajikan pada **Error! Reference source not found.**, semua provinsi dapat dikutsertakan dalam analisis, karena nilai LR *test of the one-sided error*-nya semuanya lebih besar dibandingkan nilai  $\chi^2$  yang diperoleh dari Tabel 1 Kodde dan Palm (1986) pada tingkat signifikansi  $\alpha = 5$  persen. Sehingga hipotesis nol bahwa tidak ada efek inefisiensi dalam model stokastik frontier dapat ditolak yang artinya pada semua provinsi terdapat efek inefisiensi yang signifikan.

Merujuk pada O'Donnell et al. (2008), uji hipotesis selanjutnya adalah menguji apakah terdapat perbedaan teknologi antarprovinsi. Hipotesis ini diuji dengan menjumlahkan semua nilai *log likelihood function*  $\ln[L(H_1)]$  setiap provinsi dan dibandingkan dengan  $\ln[L(H_1)]$  dari fungsi produksi gabungan seluruh provinsi penelitian (*pooled*). Kriteria uji hipotesis akan menolak  $H_0$  jika  $\sum_{j=1}^4 \ln[L(H_1)]_j > \ln[L(H_1)]_{pooled}$ . Hasilnya adalah penjumlahan nilai *log likelihood function* semua provinsi (-251.6) tersebut lebih besar daripada nilai gabungan/pool semua

provinsi (-316.9) yang berarti hipotesis nol bahwa tidak ada perbedaan teknologi pada masing-masing provinsi ditolak.

Hasil pengolahan seperti disajikan pada **Error! Reference source not found.** menunjukkan bahwa secara umum semua koefisien variabel fungsi produksi sesuai harapan bernilai positif. Variabel luas lahan dan pupuk berpengaruh signifikan di semua provinsi, variabel tenaga kerja berpengaruh signifikan di Provinsi Jawa Tengah dan Jawa Timur, dan variabel penggunaan benih non-lokal berpengaruh signifikan di Provinsi Jawa Timur dan Banten. Fungsi produksi gabungan (*pooled*) merupakan fungsi produksi rata-rata di Pulau Jawa seperti diilustrasikan pada **Gambar 1** (b), sehingga fungsi produksi ini tidak bisa digunakan sebagai acuan (*benchmark*) dalam analisis kesenjangan teknologi karena rata-rata nilai efisiensi teknisnya belum optimal (92,09 persen). Fungsi produksi *meta-frontier* merupakan fungsi produksi yang melingkupi semua fungsi produksi *frontier* masing-masing provinsi, sehingga fungsi produksi *meta-frontier* bisa digunakan sebagai acuan dalam analisis kesenjangan teknologi.

Salah satu karakteristik fungsi produksi *Cobb-Douglas* adalah bersifat *Constant Returns to Scale* yang ditunjukkan dengan hasil penjumlahan koefisien dugaan parameter-parameternya (dugaan parameter masing-masing input sekaligus merupakan nilai elastisitas input bersangkutan) sama dengan satu,  $\sum \beta_i = 1$ , yang artinya setiap penggandaan seluruh input dengan proporsi yang sama, maka akan menghasilkan penggandaan jumlah output sebesar proporsi tersebut. Walaupun hasil penjumlahan koefisien dugaan parameter-parameter fungsi produksi di masing-masing provinsi pada **Error! Reference source not found.** tidak persis sama dengan satu, namun hal ini bisa dibuktikan dengan melakukan uji hipotesis bahwa fungsi produksinya bersifat *Constant Returns to Scale*. Variabel Luas lahan di semua provinsi sangat dominan dan signifikan dalam memengaruhi produksi padi sawah. Hal ini ditunjukkan dengan nilai elastisitas yang rata-rata di atas 80 persen dibandingkan elastisitas penggunaan tenaga kerja dan pupuk yang rata-rata di bawah 20 persen. Bahkan di Provinsi Jawa Barat nilai elastisitasnya mencapai 94,8 persen, yang artinya jika luas lahan ditambah luasnya sebesar dua kali lipat (100 persen) maka produksi padi akan meningkat sebesar 94,8 persen. Dengan besarnya nilai elastisitas luas lahan di seluruh provinsi menunjukkan bahwa produksi padi sawah di seluruh provinsi cukup responsif terhadap penambahan luas lahan, dan kondisi tersebut lumrah karena pada umumnya semakin luas areal tanam akan semakin meningkatkan jumlah produksi padi sawah, sehingga jika pemerintah ingin membuat kebijakan peningkatan produksi padi sawah dengan asumsi tidak ada kendala

**Tabel 1. Estimasi Fungsi Produksi dan Inefisiensi Wilayah, *Pooled* dan *Meta-Frontier* pada Usahatani Padi Sawah di 4 Provinsi di Pulau Jawa Tahun 2011**

Variabel Input Produksi	Parameter	Jabar	Jateng	Jatim	Banten	Pooled	meta
Konstanta	$\beta_0$	1,463	0,841	0,720	0,905	0,911	1,4489
Luas lahan (ha)	$\beta_1$	0,948***	0,850***	0,803***	0,840***	0,875***	0,9403
Tenaga Kerja (hok)	$\beta_2$	0,024	0,122***	0,069**	0,033	0,064***	0,0226
Benih Non-Lokal	$\beta_3$	0,043	0,059	0,107*	0,094*	0,086***	0,0497
Pupuk (kg)	$\beta_4$	0,061***	0,043**	0,077***	0,059**	0,058***	0,0639
<b>Variabel Sosial Ekonomi</b>							
Petani Laki-laki	$\delta_1$	0,060	0,066**	0,185**	0,061	0,075***	0,0000
Umur	$\delta_2$	0,005***	0,004***	0,000	0,001	0,002***	0,0000
Pendidikan	$\delta_3$	0,014***	-0,003	-0,005	-0,018**	0,000	0,0000
Penggunaan traktor	$\delta_4$	-0,087**	-0,091***	-0,001	-0,046	-0,073***	0,0000
Menerima kredit	$\delta_5$	-0,009	-0,014	0,067	-0,205**	-0,015	0,0000
Menerima bantuan	$\delta_6$	0,148***	0,097***	0,037	0,037	0,062***	0,0000
Mendapat penyuluhan	$\delta_7$	-0,156***	-0,013	0,056*	0,040	-0,029***	0,0000
Anggota kelompok tani	$\delta_8$	-0,066*	-0,054**	-0,166***	-0,075	-0,066***	0,0000
Musim hujan	$\delta_9$	-0,011	-0,043**	-0,048	0,019	-0,029*	0,0000
Lahan milik sendiri	$\delta_{10}$	-0,042	0,000	0,105*	0,115*	0,021	0,0000
sigma-squared ( $\sigma^2$ )		0,0960	0,0828	0,0833	0,0756	0,0823	9,97E-27
gamma ( $\gamma$ )		0,7207	0,0000	0,0095	0,0141	0,0008	0,0500
$\Sigma\beta$		1,03	1,02	0,95	0,93	1,00	1,03
log likelihood function		-36,8273	-83,8787	-94,9657	-35,9290	-316,879	116209,4
LR test of the one-sided error		46,7743	37,3790	26,3213	25,5894	60,8123	63,4826
$\chi^2$ Kodde & Palm $\alpha = 5\%$		19,0450	19,0450	19,0450	19,0450	19,0450	
Technical Efficiency (TE)		0,7297	0,8614	0,8721	0,9178	0,9209	1,0000

Sumber: data sekunder (diolah).

Keterangan: \*\*\* = sig.  $\alpha = 1$  persen, \*\* = sig.  $\alpha = 5$  persen, \* = sig.  $\alpha = 10$  persen.

penyediaan lahan, maka salah satu fokus utamanya adalah dengan menambah luas areal tanam. Beberapa hasil penelitian yang mendukung besarnya peranan luas lahan adalah penelitian yang dilakukan oleh Harianto dan Susila (2008), Kusnadi et al. (2011) dan Achmad et al. (2012). Variabel pupuk berpengaruh signifikan terhadap produksi padi sawah di semua provinsi walaupun nilainya relatif kecil. Sebagai contoh, elastisitas pupuk terbesar dari keempat provinsi adalah elastisitas pupuk di Provinsi Jawa Timur sebesar 7,7 persen yang berarti setiap penambahan jumlah pupuk sebesar 100 persen maka akan memberikan kontribusi penambahan jumlah produksi padi sawah sebesar 7,7 persen. Walaupun relatif kecil, namun informasi ini bisa membantu pemerintah dalam menyusun kebijakan pertanian seperti kebijakan pemberian subsidi pupuk.

Selain variabel luas lahan dan pupuk, di Provinsi Jawa Timur variabel tenaga kerja dan benih juga berpengaruh signifikan. Sementara variabel selain luas lahan dan pupuk yang juga berpengaruh signifikan di provinsi Jawa Tengah adalah variabel tenaga kerja, dan di provinsi Banten yang juga berpengaruh signifikan adalah variabel penggunaan benih non-lokal. Salah satu alasan mengapa variabel tenaga kerja berpengaruh tidak signifikan adalah karena dengan rata-rata luas lahan yang sempit dimana sebagian besar petani adalah petani gurem, maka penambahan tenaga kerja justru dirasakan tidak efektif karena penambahan tenaga kerja dengan luas lahan sempit dianggap tidak dapat menambah jumlah produksi. Demikian halnya dengan mengapa variabel penggunaan benih non-lokal berpengaruh tidak signifikan karena umumnya petani

sudah menggunakan benih non-lokal yang sudah banyak tersedia dan bisa diperoleh dengan mudah, sehingga yang lebih dibutuhkan petani dalam meningkatkan produksinya adalah penggunaan teknologi yang lain selain teknologi varietas benih.

Hasil pengolahan juga menunjukkan bahwa kesepuluh variabel sosial ekonomi berpengaruh beragam terhadap inefisiensi usahatani padi di setiap provinsi. Secara umum tingkat pendidikan, penggunaan traktor, memperoleh kredit, memperoleh penyuluhan, menjadi anggota kelompok tani dan musim hujan berpengaruh negatif terhadap inefisiensi atau diinterpretasikan sebaliknya bahwa faktor-faktor ini memberikan pengaruh positif terhadap tingkat efisiensi usahatani padi sawah. Sebaliknya, jenis kelamin petani, umur, memperoleh bantuan, dan status kepemilikan lahan secara umum berpengaruh positif terhadap inefisiensi, artinya faktor-faktor ini justru membuat usahatani padi sawah menjadi tidak efisien.

Petani laki-laki berpengaruh positif terhadap inefisiensi usahatani padi sawah di seluruh provinsi dan signifikan di Provinsi Jawa Tengah dan Jawa Timur. Hasil yang sama diperoleh pada penelitian (Oladeebo dan Fajuyigbe, 2007) yang meneliti efisiensi teknis produksi padi ladang pada 100 petani laki-laki dan perempuan di Osun State-Nigeria. Hal ini menunjukkan bahwa secara umum petani perempuan relatif lebih banyak berkontribusi dalam meningkatkan efisiensi usahatani, karena petani perempuan dianggap relatif lebih tekun dan teliti dalam bekerja dibandingkan petani laki-laki yang cenderung mengandalkan kekuatan tenaganya.

Umur petani berpengaruh positif terhadap inefisiensi usahatani padi sawah di seluruh provinsi dan signifikan di Provinsi Jawa Barat dan Jawa Tengah. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tua usia petani, semakin mengurangi tingkat efisiensi usahatannya, karena terkait dengan kekuatan fisik petani yang semakin berkurang dibandingkan petani-petani yang relatif lebih muda. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian Tinaprilla (2012) di

Provinsi Sumatera Utara, Jawa Barat dan Jawa Timur.

Pendidikan petani berpengaruh negatif terhadap inefisiensi usahatani padi sawah di Provinsi Jawa Tengah, Jawa Timur dan Banten, namun hanya berpengaruh signifikan di Provinsi Banten. Artinya semakin tinggi tingkat pendidikan petani, akan semakin efisien dalam usahatannya. Hal ini sejalan dengan penelitian Asadullah dan Rahman (2005) serta penelitian Abedullah et al. (2007). Pendidikan dapat meningkatkan kemampuan petani untuk mencari, memperoleh dan menginterpretasikan informasi yang berguna tentang penggunaan input-input produksi. Berarti semakin tinggi tingkat pendidikan akan berdampak pada kemauan dan kemampuan petani dalam mengakses informasi tentang penggunaan faktor produksi. Peningkatan pendidikan baik formal maupun non formal dapat meningkatkan kualitas pengelolaan usahatani karena dengan peningkatan pendidikan akan terjadi peningkatan pengetahuan, wawasan, keterampilan, sikap positif, logis dalam berfikir, adaptif, inisiatif, lebih *risk taker*, serta meningkatkan rasa ingin tahu dan mencoba hal-hal yang baru.

Penggunaan traktor berpengaruh negatif terhadap inefisiensi, atau berpengaruh positif dalam meningkatkan efisiensi usahatani di seluruh provinsi dan berpengaruh signifikan di Provinsi Jawa Barat dan Jawa Tengah. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Abedullah et al. (2007) bahwa pada batas tertentu penggunaan teknologi mekanisasi akan lebih mempercepat dalam proses pengolahan lahan, sehingga hal ini dapat meningkatkan efisiensi.

Variabel menerima kredit sebagian besar berpengaruh negatif terhadap inefisiensi usahatani dan berpengaruh signifikan di Provinsi Banten. Hal ini menunjukkan bahwa kredit yang diberikan kepada petani dapat dimanfaatkan untuk pembiayaan dan pembelian input secara lebih baik sehingga dapat meningkatkan efisiensi usahatani. Dukungan peranan lembaga-lembaga dalam meningkatkan

efisiensi juga diteliti oleh Oduol et al. (2006) di Kenya, Idiong (2007) di Nigeria.

Variabel menerima bantuan usaha berupa hibah atau subsidi berpengaruh positif terhadap inefisiensi di semua provinsi dan berpengaruh signifikan di Provinsi Jawa Barat dan Jawa Tengah, artinya pemberian bantuan berupa hibah atau subsidi yang diharapkan dapat meningkatkan efisiensi usahatani, justru mengurangi efisiensi usahatani. Ini mengindikasikan bahwa bantuan yang diberikan tidak tepat sasaran atau salah dalam penggunaan yang seharusnya bantuan digunakan untuk usahatani namun sebaliknya digunakan untuk kebutuhan konsumtif.

Variabel memperoleh penyuluhan/bimbingan terkait usahatani berpengaruh negatif terhadap inefisiensi di Provinsi Jawa Barat dan Jawa Tengah dan berpengaruh signifikan di Provinsi Jawa Barat. Sebaliknya Variabel memperoleh penyuluhan terkait usahatani berpengaruh positif terhadap inefisiensi di Provinsi Jawa Timur dan Banten. Perbedaan pengaruh penyuluhan terhadap efisiensi usahatani banyak dipengaruhi oleh keefektifan penyuluhan dan kemanfaatan yang diharapkan dari penyuluhan tersebut, disamping juga dipengaruhi oleh seberapa kuat kemauan dan kemampuan petani dalam mengadopsi dan mengadaptasi pengetahuan dan informasi baru dalam usahatani.

Keanggotaan dalam kelompok tani berpengaruh negatif terhadap inefisiensi usahatani di semua provinsi dan berpengaruh signifikan di Provinsi Jawa Barat, Jawa Tengah dan Jawa Timur. Keanggotaan dalam kelompok tani akan dirasakan kemanfaatannya sangat bergantung kepada seberapa aktif petani anggota dalam kelompok tersebut. Pengaruh negatif terhadap inefisiensi usahatani mengindikasikan bahwa keberadaan kelompok tani masih diperlukan dalam usahatani, karena dengan bekerja bersama dan saling mendukung dalam sebuah kelompok akan meningkatkan efisiensi usahatani.

Musim hujan secara umum berpengaruh negatif terhadap inefisiensi dan signifikan di Provinsi Jawa Tengah. Hal ini mengindikasikan bahwa bercocok tanam di musim hujan akan berpeluang lebih efisien dibandingkan saat musim kemarau, ditambah lagi jika kondisi jaringan irigasi yang kurang memadai, maka kondisi musim hujan akan sangat mendukung pengairan usahatani padi sawah. Hal ini menginformasikan betapa pentingnya keberadaan saluran irigasi yang terawat dengan baik dalam mendukung usahatani padi sawah.

Status lahan milik sendiri secara umum berpengaruh positif terhadap inefisiensi usahatani padi sawah dan berpengaruh signifikan di Provinsi Jawa Timur dan Banten. Hal ini menunjukkan bahwa petani penyewa lahan berpeluang lebih efisien dibandingkan petani yang memiliki lahan sendiri. Petani penyewa lahan menanggung risiko lebih besar jika gagal panen, karena harus menanggung kerugian biaya sewa lahan dan kerugian gagal panen, karenanya petani penyewa lahan cenderung lebih optimal dalam pemanfaat lahan dan bahkan cenderung *over use* dalam penggunaan input usahatannya karena berharap akan mendapatkan keuntungan yang lebih besar untuk menutupi biaya sewa lahannya.

Sampai saat ini belum ditemukan ketentuan terkait batasan minimal nilai efisiensi yang dapat diacu untuk menentukan suatu usaha produksi dikatakan telah efisien. Beberapa penelitian seperti yang dilakukan Kusnadi et al. (2011) dan Tinaprilla (2012) menggunakan angka 80 persen sebagai batasan suatu usahatani dikatakan telah efisien, sementara peneliti yang lain menggunakan batasan yang berbeda. Masing-masing peneliti bisa menentukan batasan minimal sesuai dengan hasil yang diperoleh dan disesuaikan dengan tujuan penelitiannya. Dalam usahatani padi, target kementerian pertanian selalu didasarkan pada nilai produktivitas terutama produktivitas lahan sebagai ukuran pencapaian, bukan nilai efisiensi teknis.

**Tabel 2. Efisiensi Teknis dan Kesenjangan Teknologi Usahatani Padi Sawah menurut Provinsi Sentra di Pulau Jawa Tahun 2011**

Wilayah	Jumlah Obs.	Rata-rata	Min.	Maks.	Std. Dev.	Varians
<b>Efisiensi teknis berdasarkan fungsi produksi stokastik <i>frontier</i> (TE)</b>						
Jawa Barat	522	0,7297	0,4362	0,9456	0,1219	0,0149
Jawa Tengah	485	0,8614	0,6466	1,0000	0,0688	0,0047
Jawa Timur	473	0,8721	0,6857	0,9967	0,0703	0,0049
Banten	308	0,9178	0,7410	1,0000	0,0723	0,0052
<b>Kesenjangan teknologi (TGR)</b>						
Jawa Barat	522	0,9861	0,9686	1,0000	0,0053	0,0000
Jawa Tengah	485	0,7987	0,5650	0,9724	0,0469	0,0022
Jawa Timur	473	0,7776	0,6147	1,0000	0,0582	0,0034
Banten	308	0,7161	0,5459	0,9317	0,0569	0,0032
<b>Efisiensi teknis berdasarkan fungsi produksi <i>meta-frontier</i> (TE*)</b>						
Jawa Barat	522	0,7196	0,4286	0,9400	0,1205	0,0145
Jawa Tengah	485	0,6878	0,5133	0,9235	0,0664	0,0044
Jawa Timur	473	0,6831	0,5155	0,9049	0,0709	0,0050
Banten	308	0,6568	0,4869	0,9164	0,0697	0,0049

Sumber: data sekunder (diolah).

Nilai efisiensi teknis (TE) pada setiap provinsi seperti tersaji pada **Tabel 3** menunjukkan bahwa di semua wilayah bisa dianggap efisien jika menggunakan batasan minimal 70 persen, namun jika digunakan batas minimal 80 persen maka hanya Provinsi Jawa Barat yang belum efisien dalam usahatani. Dengan menggunakan *frontier* lokal masing-masing provinsi sebagai acuan, secara rata-rata Provinsi Banten merupakan provinsi paling efisien dengan nilai efisiensi teknis sebesar 91,78 persen dan di Provinsi Jawa Barat merupakan provinsi paling tidak efisien dengan nilai efisiensi sebesar 72,97 persen. Berdasarkan pada acuan (*benchmark*) pada masing-masing *frontier* provinsi, dengan menggunakan batas minimal efisiensi 70 persen maka kondisi yang sudah efisien ini berimplikasi pada masing-masing provinsi akan merasa cukup puas dengan capaian efisiensi usahatani padi sawahnya, karena tidak banyak lagi peluang untuk dapat mencapai kondisi efisiensi teknis yang sempurna. Provinsi Banten tentunya akan bangga dengan capaian prestasi efisiensi tertinggi sebesar 91,78 persen, yang artinya tinggal 8 persen lagi peluang untuk mencapai tingkat efisiensi yang sempurna.

Kesenjangan teknologi suatu *frontier* provinsi terhadap *meta-frontier* bisa diukur dengan melihat besaran ukuran *Technology Gap Ratio* (TGR) di **Tabel 3**, dimana ukuran TGR ini bisa digunakan untuk mengukur peluang suatu wilayah dalam meningkatkan produksinya untuk mencapai produksi potensial (Battese et al., 2004). Nilai rata-rata TGR beragam, mulai dari 0,7161 (Provinsi Banten) hingga 0,9861 (Provinsi Jawa Barat). Berdasarkan rata-rata ukuran TGR di **Tabel 3** bisa dilihat bahwa Provinsi Jawa Barat kesenjangan teknologinya paling kecil dengan nilai TGR = 98,61 persen atau dengan kondisi teknologi yang tersedia rata-rata produksi padi di Jawa Barat sudah 98,61 persen dari produksi potensial yang bisa dicapai di Pulau Jawa. Seperti digambarkan dalam ilustrasi pada **Gambar 3** maka fungsi produksi *frontier* Provinsi Jawa Barat bisa digambarkan paling rapat mendekati fungsi produksi *meta-frontier*. Hal ini berarti penggunaan teknologi di Jawa Barat relatif lebih baik dibandingkan provinsi lain.

Berdasarkan nilai-nilai TGR tersebut maka efisiensi teknis (TE) dari masing-masing provinsi bisa dikoreksi dan bisa diperbandingkan, karena sudah mempertimbangkan aspek kesenjangan

teknologi sehingga diperoleh nilai-nilai efisiensi teknis yang baru (TE\*). Terlihat bahwa nilai efisiensi teknis di semua provinsi setelah mempertimbangkan aspek kesenjangan teknologi nilainya menjadi lebih rendah dibandingkan nilai efisiensi teknis dengan acuan *frontier* masing-masing provinsi. Nilai TE\* tertinggi adalah Provinsi Jawa Barat (71,96 persen) dan nilai TE\* terendah adalah Provinsi Banten (65,68 persen). Hal ini berimplikasi pada kebijakan pembangunan pertanian di Pulau Jawa yang didasarkan pada ukuran efisiensi teknis lokal (tanpa mempertimbangkan aspek kesenjangan teknologi) bisa menjadi bias dan salah arah, karena ternyata faktanya jika menggunakan batas minimal 70 persen seperti yang ditentukan sebelumnya, maka dari nilai TE\* semua provinsi, hanya Provinsi Jawa Barat yang sudah efisien. Provinsi-provinsi lain selain Provinsi Jawa Barat yang tadinya luput dari perhatian karena dianggap sudah efisien (dengan batas minimal efisien 70 persen), justru seharusnya mendapat perhatian khusus karena ternyata belum efisien, karena dengan mempertimbangkan aspek kesenjangan teknologi efisiensi teknis di Provinsi Jawa Tengah, Jawa Timur dan Provinsi Banten justru belum efisien (kurang dari 70 persen). Berdasarkan analisis tersebut, berarti masih terdapat peluang bagi Provinsi Jawa Tengah, Jawa

Timur dan Provinsi Banten untuk bisa meningkatkan efisiensi teknisnya sebesar 30 persen lebih.

Berdasarkan urutan nilai-nilai efisiensi teknis pada **Tabel 4**, bisa diketahui juga bahwa yang mulanya Provinsi Jawa Barat dianggap provinsi paling tidak efisien, justru sebenarnya setelah mempertimbangkan aspek kesenjangan teknologi, Provinsi Jawa Barat berada di urutan pertama paling efisien. Sebaliknya Provinsi Banten yang tadinya berada di urutan pertama provinsi paling efisien, ternyata setelah mempertimbangkan aspek kesenjangan teknologi menjadi provinsi yang seharusnya mendapat perhatian terbesar dalam peningkatan efisiensi teknisnya, karena ternyata Provinsi Banten berada di urutan terakhir. Hal ini terjadi karena kesenjangan teknologi di Provinsi Banten paling besar dibandingkan provinsi lain, sehingga fungsi produksi *frontier* Provinsi Banten berada paling jauh dari fungsi produksi *meta-frontier*, sehingga jika menggunakan acuan *frontier* di Provinsi Banten maka efisiensinya tinggi, namun ketika menggunakan acuan *meta-frontier* efisiensinya menjadi jauh berkurang. Kesenjangan ini menunjukkan bahwa masih banyak faktor pendukung peningkatan produksi (sering disebut sebagai teknologi) yang belum secara optimal digunakan.

**Tabel 3 Urutan TE dan TE\* Usahatani Padi Sawah menurut Provinsi Sentra Usahatani Padi Sawah di Pulau Jawa Tahun 2011**

Urutan TE			Urutan TE*		
1	Banten	0,91775	1	Jawa Barat	0,71958
2	Jawa Timur	0,87207	2	Jawa Tengah	0,68783
3	Jawa Tengah	0,86140	3	Jawa Timur	0,68306
4	Jawa Barat	0,72971	4	Banten	0,65678

Sumber: data sekunder (diolah).

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengolahan yang diperoleh dan hasil analisis pada bagian pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Seluruh variabel input (luas lahan, tenaga kerja, penggunaan benih non-lokal dan pupuk) berpengaruh positif

terhadap produksi padi sawah, namun hanya variabel luas lahan dan pupuk yang berpengaruh signifikan terhadap produksi padi sawah di semua provinsi terpilih di Pulau Jawa, sementara variabel tenaga kerja hanya signifikan di Provinsi Jawa Tengah dan Jawa Timur, dan variabel penggunaan benih non-



lokal signifikan di Provinsi Jawa Timur dan Banten. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa variabel luas lahan paling dominan berpengaruh terhadap produksi padi sawah.

2. Berbagai variabel sosial ekonomi memberikan pengaruh yang beragam terhadap inefisiensi teknis. Jika digunakan batas minimal 70%, secara umum berdasarkan ukuran frontier masing-masing provinsi yang tidak mempertimbangkan adanya kesenjangan teknologi, maka seluruh provinsi sentra produksi padi sawah di Pulau Jawa secara teknis sudah efisien, namun sebaliknya dengan mempertimbangkan adanya aspek kesenjangan teknologi maka sebenarnya hanya Provinsi Jawa Barat yang relatif efisien.
3. Provinsi Jawa Barat memiliki kesenjangan teknologi terkecil. Kesenjangan teknologi terbesar terhadap *meta-frontier* terjadi di Provinsi Banten, diikuti oleh Provinsi Jawa Timur dan Jawa Tengah, ini menunjukkan bahwa provinsi-provinsi tersebut masih terbuka banyak peluang untuk meningkatkan efisiensi usahatani padi sawah dan perlu menjadi pertimbangan sebagai prioritas dalam kebijakan intensifikasi dengan meningkatkan produktivitas dan efisiensi teknisnya.

Berdasarkan kesimpulan yang diperoleh, beberapa saran yang bisa diberikan di antaranya adalah sebagai berikut:

1. Untuk implikasi kebijakan di suatu provinsi terkait ukuran efisiensi teknis usahatani padi sawah perlu diberikan penjelasan khusus bahwa penggunaan angka efisiensi tersebut tidak dapat diperbandingkan dengan provinsi lain, sebagai contoh efisiensi usahatani padi sawah di Provinsi Banten sebesar 91.78 persen belum bisa dikatakan sudah efisien atau lebih efisien dibandingkan dengan provinsi lain, karena angka ini hanya didasarkan pada acuan (*benchmark*) *frontier* di Provinsi Banten sendiri. Dengan demikian pengambilan

keputusan skala prioritas pembangunan pertanian khususnya usahatani padi sawah yang didasarkan pada ukuran efisiensi teknis sebaiknya didasarkan pada pertimbangan aspek kesenjangan teknologi. Jika mempertimbangkan adanya aspek kesenjangan teknologi, maka kebijakan intensifikasi usahatani padi sawah bisa dibuat skala prioritas dimulai dari provinsi-provinsi yang masih terbuka banyak peluang dalam memperkecil kesenjangan teknologi dan meningkatkan efisiensi usahatani. Berdasarkan penelitian ini, maka urutan prioritas untuk provinsi-provinsi di Pulau Jawa yang perlu mendapatkan perhatian dalam kebijakan intensifikasi dimulai dari Provinsi Banten, Provinsi Jawa Timur, Provinsi Jawa Tengah, dan prioritas terakhir adalah Provinsi Jawa Barat.

2. Berdasarkan faktor-faktor inefisiensinya, maka Provinsi Banten sebagai provinsi yang paling tidak efisien perlu mendorong peningkatan pendidikan formal dan informal kepada calon petani ataupun petani mudanya. Demikian juga dengan pemberian kredit dan akses kemudahan terhadap kredit untuk usahatani bisa semakin ditingkatkan untuk mendorong tingkat efisiensinya, serta meningkatkan pemahaman tentang pentingnya rasa memiliki bagi petani pemilik lahan sendiri agar lebih efisien dalam berusahatani.
3. Provinsi Jawa Timur memiliki potensi dalam peningkatan kapasitas petani perempuan, karenanya pemerintah perlu meningkatkan perlindungan kepada petani perempuan dan meningkatkan peranan petani laki-laki agar lebih efisien dalam berusahatani. Perbaikan lembaga penyuluhan perlu mendapat perhatian karena lembaga ini dianggap tidak meningkatkan efisiensi usahatani di Jawa Timur, namun keberadaan dan keaktifan kelompok tani justru perlu mendapat dorongan dan perlindungan.
4. Seperti halnya Provinsi Jawa Timur, Provinsi Jawa Tengah juga memiliki potensi dalam peningkatan kapasitas

petani perempuan. Pembinaan kepada calon petani dan petani muda sebagai generasi penerus petani tua juga perlu ditingkatkan. Penggunaan traktor relatif dapat meningkatkan efisiensi, sehingga pemerintah perlu memberikan fasilitasi atau kemudahan dalam kepemilikan traktor seperti melalui peningkatan kebijakan pemberian bantuan hibah atau subsidi. Pembinaan keanggotaan kelompok tani perlu dipertahankan dan ditingkatkan untuk menambah efisiensi dalam usahatani. Dan pemerintah perlu memperhatikan infrastruktur irigasi agar dapat berfungsi dengan baik ketika musim kemarau, sehingga petani tidak hanya bergantung pada hujan.

5. Provinsi Jawa Barat sebagai provinsi paling efisien tentunya juga tetap harus mempertahankan prestasinya. Diantara faktor yang perlu mendapat perhatian adalah penyiapan calon petani dan pembinaan petani muda, peningkatan kapasitas dan pendidikannya, kemudahan dan fasilitasi penggunaan traktor, pemberian bantuan dan hibah, serta peningkatan kualitas penyuluhan dan pembinaan kelompok taninya.

Pada akhirnya, jika semua provinsi mampu meningkatkan efisiensi usahatani, maka kurva produksi *meta-frontier* di pulau Jawa akan bergeser semakin tinggi yang mengindikasikan tingginya produktivitas padi sawah. Jika produktivitas yang tinggi bisa dicapai, berarti dengan ketersediaan input yang ada petani telah menghasilkan produksi padi yang lebih banyak, sehingga diharapkan kesejahteraan petani akan semakin meningkat dan pada saat bersamaan tujuan kebijakan swasembada pangan beras di pulau Jawa sebagai lumbung pangan nasional bisa tercapai.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abedullah, Kouser S, Mushtaq K. 2007. Analysis of technical efficiency of rice production in Punjab (Pakistan): implications for future investment strategies. *Pakistan Economic and Social Review*. 45(2):231-244
- Achmad M, Hartoyo S, Mangkuprawira TS, Kusnadi N. 2012. Pengaruh Aksesibilitas Penyuluhan dan Kredit terhadap Efisiensi Usahatani Padi di Jawa. *Trikonomika*. 11(1):69–80
- Aigner DJ, Lovell CAK, Schmidt P. 1977. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of Econometrics*. 6:21-37
- Asadullah MN, Rahman S (2005). Farm productivity and efficiency in rural Bangladesh: the role of education revisited, Centre for the Study of African Economies, University of Oxford. 2005.
- Battese GE, Coelli TJ. 1988. Prediction of firm-level technical efficiencies with a generalized frontier production function and panel data. *Journal of Econometric*. 38(1988):387-399
- Battese GE, Rao DSP. 2002. Technology gap, efficiency, and a stochastic metafrontier function. *International Journal of Business and Economics*. 1(2):87-93
- Battese GE, Rao DSP, O'Donnell CJ. 2004. A metafrontier production function for estimation of technical efficiencies and technology gaps for firms operating under different technologies. *Journal of Productivity Analysis*. 21(1):91-103
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2015a. *Analisis ST2013 Tematik Subsektor: Estimasi Parameter dan Pemetaan Efisiensi Produksi Pangan di Indonesia*. Jakarta (ID). Badan Pusat Statistik
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2016. *Produksi Padi di Indonesia menurut Provinsi Tahun 1993 - 2015*. [diunduh 2016 Apr 29]. Tersedia pada <http://bps.go.id>
- Chen Z, Song S. 2006. Efficiency and technological gap in China's agriculture: a regional meta-frontier analysis. Nevada, University of Nevada. 06: 1-28.
- Coelli TJ, Rao DSP, O'Donnell CJ, Battese GE. 2005. *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*: Springer Science-i-Business Media.
- Daryanto HKS. 2000. Analysis of the technical efficiency of rice production in West Java Province, Indonesia: a stochastic frontier production function approach [Dissertation]. New South Wales (AU): University of New England.
- Farrell MJ. 1957. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*. 120(3):253-290

- Greene WH. 2002. *Econometric Analysis*. New Jersey (US): Pearson Education, Inc.
- Greene WH. 2005. Reconsidering heterogeneity in panel data estimators of the stochastic frontier model. *Journal of Econometrics*. 126(2005):269-303. doi:10.1016/j.jeconom.2004.05.003.
- Hariato, Susila DAB. 2008. Miskin tapi efisien? Suatu telaah terhadap fungsi produksi padi. *Jurnal Agribisnis dan Ekonomi Pertanian*. 2(1):29-38
- Hayami Y, Ruttan VW. 1969. Sources of Agricultural Productivity Differences among Countries Resource Accumulation, Technical Inputs and Human Capital. University of Minnesota. P69.
- Idiong IC. 2007. Estimation of farm level technical efficiency in smallscale swamp rice production in Cross River State of Nigeria: a stochastic frontier approach. *World Journal of Agricultural Sciences*. 3(5):653-658
- Jondrow J, Lovell CAK, Materov IS, Schmidt P. 1982. On the estimation of technical inefficiency in the stochastic frontier production function model. *Journal of Econometrics*. 19 (1982):233-238
- Junaedi M, Daryanto HKS, Sinaga BM, Hartoyo S. 2016. Technical efficiency and the technology gap of wetland rice farming in Indonesia: a meta-frontier analysis. *International Journal of Food and Agricultural Economics* 4(2):39-50
- Kodde DA, Palm FC. 1986. Wald criteria for jointly testing equality and inequality restrictions. *Econometrica*. 54(5):1243-1248
- Kokkinou A. 2012. An industry and country analysis of Technical Efficiency in the European Union, 1980-2005 [Dissertation]. Glasgow: University of Glasgow.
- Kusnadi N, Tinaprilla N, Susilowati SH, Purwoto A. 2011. Analisis efisiensi usaha tani padi di beberapa sentra produksi padi di Indonesia. *Jurnal Agro Ekonomi*. 29(1):25 – 48
- Meeusen W, van den Broeck J. 1977. Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error. *International Economic Review*. 18(2):435-444
- O'Donnell CJ, Griffiths WE. 2004. Estimating state-contingent production frontiers. St. Lucia, Qld. (AU), Centre for Efficiency and Productivity Analysis. 2004 (July).
- O'Donnell CJ, Rao DSP, Battese GE. 2008. Metafrontier frameworks for the study of firm-level efficiencies and technology ratios. *Empirical Economics*. 34(2008):231–255. doi:10.1007/s00181-007-0119-4.
- Oduol JBA, Hotta K, Shinkai S, Tsuji M. 2006. Farm size and productive efficiency: Lessons from smallholder farms in Embu District, Kenya. *Journal of the Faculty of Agriculture*. 2006(2006-10-27):449-458
- Oladeebo JO, Fajuyigbe AA. 2007. Technical efficiency of men and women upland rice farmers in Osun State, Nigeria. *Journal of Humanities and Ecology*. 22(2):93-100
- Saptana. 2012. Konsep Efisiensi Usahatani Pangan dan Implikasinya Bagi Peningkatan Produktivitas. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*. 30(2):109-128
- Sriboonchitta S, Wiboonpongse A. 2005. On estimation of stochastic production-frontiers with self-selectivity jasmine and non-jasmine rice in thailand. *Chiang Mai University Journal*. 4(1):105-124
- Tinaprilla N. 2012. Efisiensi usahatani padi antar wilayah sentra produksi di Indonesia: pendekatan stochastic metafrontier production function [Disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Usman S, Ilyu IY, Sa'adatu BA. 2013. Improving farmers' efficiency in rice production in Nigeria: the relevance of agricultural extension. *Journal of Agricultural Extension*. 17(2 (2013 Des)):159-166
- Villano R, Boshraadi HM, Fleming E. 2010. When is metafrontier analysis appropriate? An example of varietal differences in pistachio production in Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 12(2010):379-389