

ANALISIS EFISIENSI USAHA TERNAK SAPI PERAH MENGGUNAKAN STOCHASTIC FRONTIER ANALYSIS

Luxy Lutfiana Rachmawati¹

BPS Kabupaten Rote Ndao, Nusa Tenggara Timur

Fitri Kartiasih

Politeknik Statistika STIS, DKI Jakarta

ABSTRACT

The Milk Self-sufficiency Program that is targeted to be reached by the year of 2020 is threatened by the increasing of milk imports. Local milk production can only meet 18 to 20 percent of the national milk demand. This study aims to investigate the level of technical efficiency of the people's small hold farmers' cattles in Java and to analyze factors that influence milk production using Stochastic Frontier Analysis. The results showed that the feed per animal per day had a positive effect on the average milk production per animal per day; while the size of cage per animal had a negative effect. The average level of efficiency of dairy cattle business in Java is 83.56 percent, but statistically there are effects of inefficiency in this business. Factors that influence the inefficiency of livestock businesses are: the farmer's age, the farmer's educational level, participation of the farmers in cooperatives and farmer groups.

Keywords: dairy cows; Stochastic Production Frontier; technical efficiency

ABSTRAK

Program Swasembada Susu yang ditargetkan pemerintah tercapai pada tahun 2020 terancam gagal karena semakin tingginya impor susu. Produksi susu lokal hanya dapat memenuhi 18 sampai 20 persen kebutuhan nasional. Penelitian ini bertujuan untuk melihat tingkat efisiensi teknis usaha ternak sapi perah rakyat di Pulau Jawa dan menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi produksi susu menggunakan *Stochastic Frontier Analysis*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel *input* pakan/ekor/hari berpengaruh positif terhadap rata-rata produksi susu per ekor per hari, sedangkan luas kandang per ekor berpengaruh negatif. Rata-rata tingkat efisiensi usaha ternak sapi perah di Pulau Jawa sebesar 83,56 persen, namun secara statistik terdapat efek inefisiensi pada usaha ini. Faktor-faktor yang memengaruhi inefisiensi usaha ternak adalah umur peternak, pendidikan terakhir, keikutsertaan dalam koperasi dan kelompok peternak.

Kata kunci: sapi perah; *Stochastic Production Frontier*; efisiensi teknis

1. PENDAHULUAN

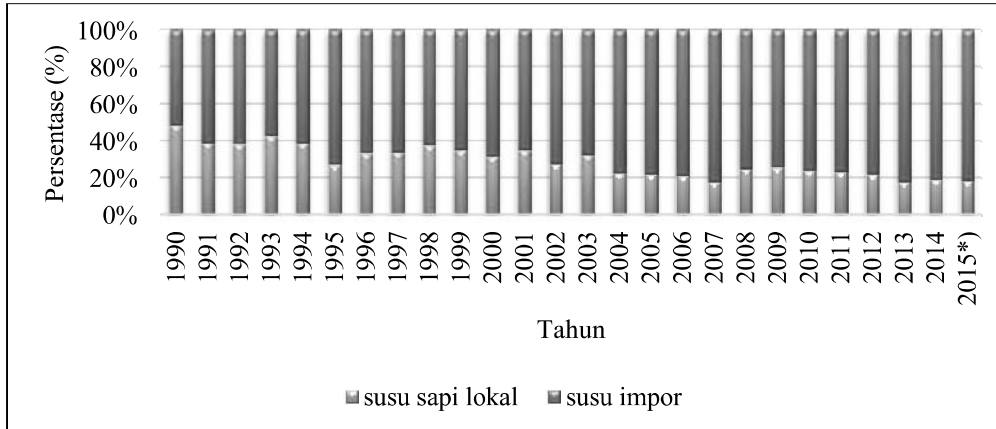
Indonesia merupakan negara yang memiliki penduduk terbesar keempat di dunia. Laju pertumbuhan penduduknya mencapai 1,4 persen dari tahun 2010-2014 (BPS, 2015). Semakin bertambahnya penduduk mengakibatkan semakin bertambah pula kebutuhan pokok suatu negara, kebutuhan susu adalah salah satunya.

Susu merupakan salah satu produk hewan ternak yang memiliki kandungan gizi yang penting bagi tubuh, terutama pada bayi dan lansia. Kesadaran penduduk Indonesia akan pentingnya mengonsumsi susu ternyata masih sangat rendah dibandingkan negara lain. Meskipun konsumsi susu penduduk Indonesia rendah, pasokan susu dalam negeri belum dapat

¹ Email: luxylutfiana@gmail.com

memenuhinya. Berdasarkan laporan Kementerian Pertanian (2015), produksi susu dalam negeri hanya dapat memenuhi 20 persen kebutuhan susu nasional, sedangkan 80 persennya Indonesia harus mengimpor dari berbagai negara. Susu yang diimpor berupa susu bubuk dan susu kental manis. Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan ketersediaan susu di Indonesia yang didominasi oleh susu impor. Dari tahun 1990 sampai tahun 2015, ketersediaan susu lokal secara fluktuatif menurun dalam memenuhi kebutuhan nasional. Pada tiga tahun terakhir, susu lokal hanya dapat memenuhi 18-20 persen saja dari kebutuhan nasional. Semakin menurunnya produksi susu lokal harus mendapat perhatian lebih dari pemerintah karena rata-rata penduduk Indonesia, terutama penduduk di Pulau Jawa memiliki pekerjaan berternak sapi perah.

Gambar 1. Persentase Ketersediaan Susu Lokal dan Susu Impor di Indonesia

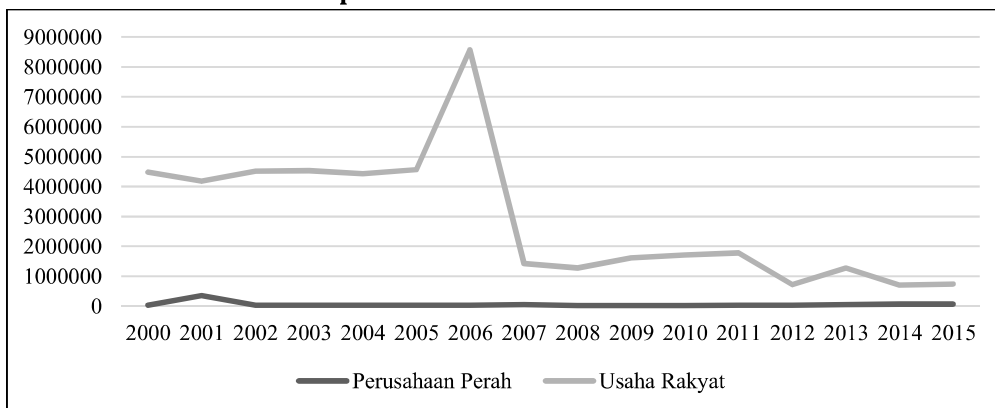


Sumber: Kementerian Pertanian (2015)

Keterangan: *) Angka sementara

Sentra produksi susu di Indonesia berada di Pulau Jawa yaitu 90 persen dari seluruh produksi susu lokal. Hal tersebut terjadi dikarenakan banyaknya peternak susu sapi perah rakyat dan perusahaan susu yang berada di Pulau Jawa. Menurut Gambar 2, agen pemasok susu terbesar di Indonesia adalah para peternak sapi perah rakyat. Terlihat pada tahun 2013 terjadi penurunan produksi secara drastis dikarenakan kemarau panjang sehingga peternak terpaksa menjual sapi perahnya. Produktivitas sapi perah merupakan faktor penentu jumlah produksi susu sapi perah. Ukuran ideal produktivitas sapi perah adalah 12-15 liter/ekor/hari, namun dalam publikasi BPS tahun 2015 menunjukkan bahwa produktivitas sapi perah nasional masih mencapai 4,09 liter/ekor/hari.

Gambar 2. Produksi Susu Sapi di Indonesia Menurut Sumber Pemasok Terbesar



Sumber: BPS (2015)

Di tengah tingginya impor susu, pemerintah mencoba menurunkan jumlah susu yang diimpor dengan mencanangkan swasembada susu pada tahun 2012 dan ditargetkan tercapai pada tahun 2020. Keadaan geografis tropis di Indonesia yang cocok untuk beternak sapi perah serta memiliki lahan yang luas dan juga subur untuk menyediakan pakan ternak membuat pemerintah optimis berhasil dalam program swasembada susu tersebut. Namun, pada tahun 2017 ternyata program ini terancam gagal karena jumlah impor susu semakin naik menjadi 82 persen, sedangkan setidaknya target minimal pemerintah program swasembada susu dapat mencapai 40 persen dari kebutuhan nasional.

Masalah utama program swasembada susu yang direncanakan tercapai pada tahun 2020 adalah masih kurangnya produksi susu sapi lokal dalam memenuhi kebutuhan susu nasional. Hal ini mengharuskan pemerintah mengimpor susu yaitu sebesar 80 persen dari kebutuhan nasional. Dalam kenyataannya, Indonesia memiliki sumber daya alam yang memungkinkan dapat mengembangkan usaha ternak sapi perah yaitu berupa lahan yang luas dan subur dalam memenuhi kebutuhan pakan. Selain itu, adanya tenaga kerja yang melimpah, dan dukungan iklim tropis yang sesuai untuk beternak sapi perah serta kebijakan pemerintah dalam meningkatkan jumlah sapi perah dan perbaikan pakan sapi perah dengan tujuan dapat mendorong peningkatan produksi susu sapi perah lokal. Diindikasikan terjadi ketidakefisienan pada usaha ternak sapi perah lokal sehingga menyebabkan jumlah produksi susu lokal tidak dapat memenuhi kebutuhan nasional.

Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan pengukuran efisiensi teknis usaha ternak sapi perah berskala rumah tangga dikhususkan di Pulau Jawa. Penelitian ini mengukur tingkat efisiensi teknis dari segi *input* yang digunakan dan segi manajerial usaha ternaknya dengan menggunakan metode *stochastic frontier analysis*. Tujuan dari penelitian ini adalah (i) mengetahui gambaran umum tentang keadaan peternakan sapi perah rakyat di Pulau Jawa, (ii) mengidentifikasi tingkat efisiensi teknis sapi perah rakyat di Pulau Jawa, dan (iii) menganalisis variabel-variabel yang memengaruhi efisiensi teknis sapi perah rakyat di Pulau Jawa.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Analisis efisiensi usaha peternakan tidak hanya sebagai salah satu bidang penelitian ekonomi pertanian, tetapi juga sebagai bagian yang penting dalam program pengembangan pertanian dan peningkatan pendapatan ekonomi rakyat, terutama petani usaha ternak. Menurut Battese dan Coelli (1988), efisiensi ekonomi terdiri dari dua komponen. Pertama, efisiensi teknis yang mengukur kemampuan perusahaan untuk mendapatkan *output* atau hasil produksi yang maksimum dengan sejumlah *input* atau faktor produksi yang tersedia. Kedua, efisiensi alokatif yang mengukur kemampuan perusahaan dalam menggunakan *input* atau faktor produksi dengan proporsi yang optimal sesuai dengan biaya yang tersedia. Menurut Aigner *et al.*, (1977), dalam mengukur efisiensi kita dapat mengukurnya menggunakan *frontier* dengan dua jenis metode, yaitu *Data Envelopment Analysis* (DEA) untuk *frontier* data non-parametrik dan *Stochastic Frontier Analysis* (SFA) untuk *frontier* data parametrik. Dengan menggunakan metode ini, maka efisiensi dari suatu perusahaan dapat diturunkan dari deviasi antara produksi yang sebenarnya dengan fungsi produksi yang seharusnya dapat dihasilkan dengan menggunakan fungsi *frontier*. Fungsi produksi yang sesuai untuk menjelaskan efisiensi teknis adalah fungsi produksi *Cobb-Douglass* (Aigner *et al.*, 1977).

Fungsi produksi didefinisikan sebagai fungsi yang menjelaskan hubungan antara jumlah

input yang harus digunakan dan jumlah maksimal *output* yang dihasilkan. Fungsi produksi *frontier* adalah hubungan fisik antara faktor produksi dengan *output* pada saat kondisi *frontier*, yang terletak pada garis isokuan (Soekartawi, 2002). Salah satu kelebihan fungsi ini adalah dapat menganalisis keefisienan dan ketidakefisienan teknik suatu fungsi produksi dan menduga tingkat efisiensi pada masing – masing usaha tani. Model produksi *frontier* dimungkinkan mengestimasi atau memprediksi efisiensi relatif suatu kelompok atau usaha tani tertentu yang didapatkan dari hubungan antara produksi dan potensi produksi yang diobservasi. Fungsi produksi *frontier* sering diaplikasikan untuk menganalisis di bidang pertanian hingga ekonomi finansial. Namun seiring berjalannya waktu, aplikasi fungsi produksi bukan hanya untuk menganalisis ekonomi bidang pertanian saja tetapi juga berkembang ke berbagai bidang lainnya.

Penelitian sebelumnya pernah dilakukan oleh Hallam dan Machado (1996) mengenai efisiensi usaha peternak sapi perah dan faktor-faktor yang memengaruhinya di Portugis. Dalam penelitian tersebut, model yang digunakan adalah fungsi produksi *Cobb-Dougllass* untuk mengkaji pakan, pakan antara, tenaga kerja, jumlah sapi, dan jumlah kapital (luas lahan dan peralatan perah) terhadap produksi susu. Penelitian tersebut meneliti 85 peternakan produksi susu sebagai sampel. Hasil penelitian menyatakan bahwa faktor-faktor produksi tersebut berkorelasi positif kecuali tenaga kerja. Namun, tidak semua faktor produksi berpengaruh signifikan. Hanya variabel pakan dan luas lahan yang tidak signifikan. Pada pengukuran efisiensi menunjukkan bahwa rata-rata efisiensinya 60-70 persen, artinya secara keseluruhan penggunaan *input* belum mencapai tingkat efisiensi teknis sehingga penggunaan *input* tersebut masih bisa ditambah.

Penelitian Asmara *et al.*, (2016) mengenai analisis keragaman usaha peternakan sapi perah, faktor-faktor yang memengaruhi produksi susu, dan tingkat efisiensi teknis usaha peternakan sapi perah rakyat di Indonesia. Penelitian ini dilakukan dengan metode survei wawancara di daerah Jawa Barat dan Jawa Timur sebagai wilayah utama peternakan usaha susu sapi perah di Indonesia. Penelitian ini meneliti 120 peternak sapi perah dengan dibagi menjadi peternak skala besar dan kecil untuk masing-masing wilayah. Metode yang digunakan adalah fungsi produksi *frontier stochastic*. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa jumlah sapi laktasi betina yang dikelola mengalami penurunan dari tahun sebelumnya pada usaha peternakan skala kecil namun sebaliknya untuk usaha peternakan skala besar. Sementara untuk rata-rata produksinya mengalami penurunan untuk kedua skala tersebut. Menurut analisis fungsi produksi *frontier stochastic* menunjukkan bahwa *input* hijauan makanan ternak (HMT), konsentrat, tenaga kerja, dan jumlah sapi laktasi berpengaruh positif terhadap produksi susu. Pada pengukuran efisiensi menunjukkan bahwa rata-rata efisiensinya antara 80-100 persen, artinya sebagian besar peternakan usaha susu sapi perah sudah mencapai tingkat efisiensi yang tinggi. Faktor individu yang berpengaruh dalam mengurangi inefisiensi usaha adalah umur dan tingkat pendidikan, sebaliknya dengan pengaruh dari pengalaman dan kepemilikan kebun. Pada analisis *return to scale* menunjukkan bahwa produksi susu yang dihasilkan termasuk dalam kategori *decreasing return to scale*.

Pasaribu *et al.*,(2015) melakukan penelitian tentang faktor-faktor yang memengaruhi produksi susu sapi perah di Kabupaten Karo. Data yang digunakan adalah data sekunder dan primer dengan melakukan survei dan terdapat tujuh peternak usaha susu sapi perah sebagai sampel. Metode yang digunakan adalah analisis regresi linier berganda dan ANOVA. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa rata-rata produksi susu sapi perah di Kabupaten Karo sebesar 6,128 liter/ekor/hari dengan koefisien determinasi (R^2) 0,968 atau 96,8 persen produksi susu dipengaruhi oleh variasi jumlah pakan, jumlah air minum, umur ternak, luas

kandang, dan interval pemerahan, sedangkan sisanya dipengaruhi variabel lain. Hasil pengujian ANOVA menunjukkan bahwa secara simultan jumlah pakan, jumlah air minum, umur ternak, luas kandang, dan interval pemerahan berpengaruh nyata terhadap produksi susu. Namun, secara parsial hanya jumlah pakan dan interval pemerahan yang memengaruhi produksi susu di Kabupaten Karo.

3. METODE DAN DATA

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder, yaitu *raw data* dari Sensus Pertanian Survei Rumah Tangga Usaha (ST-STU) Subsektor Peternakan Tahun 2014 dari Badan Pusat Statistik. Variabel yang digunakan dari *raw data* ST-STU Subsektor Peternakan 2014 adalah sebagai berikut:

- Rata – rata produksi susu per ekor per hari (liter)
- Jumlah pakan ternak yang diberikan (kg)
- Luas kandang yang dimiliki peternak (m²)
- Jumlah tenaga kerja (orang)
- Jumlah alat penampung susu yang dimiliki peternak (unit)
- Jumlah alat pemerah susu yang dimiliki peternak (unit)
- Umur peternak (tahun)
- Ijazah terakhir yang ditamatkan peternak
- Keikutsertaan koperasi
- Keikutsertaan kelompok peternak

Metode analisis yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari analisis deskriptif dan analisis inferensia dengan menggunakan *Stochastic Frontier Analysis*. Analisis deskriptif dilakukan untuk mendapatkan gambaran umum persebaran usaha produksi susu di Pulau Jawa pada tahun 2014 juga jumlah tenaga kerja, jumlah kapital yang dimiliki (alat pemerah susu dan alat penampung susu), jumlah pakan, serta luas kandang yang dimiliki oleh petani usaha sapi perah. Selain itu, juga menjelaskan gambaran umum dari faktor-faktor inefisiensi usaha, yaitu umur peternak, jenis kelamin peternak, ijazah terakhir peternak, keikutsertaan: asosiasi, kelompok ternak, penyuluhan usaha, kemitraan, dan pelayanan koperasi. Analisis deskriptif dalam penelitian ini menggunakan tabel dan grafik untuk memudahkan proses interpretasi data.

3.1. Analisis Inferensia

Analisis inferensia digunakan untuk melihat bagaimana tingkat efisiensi teknis usaha ternak sapi perah di Pulau Jawa dan apa saja faktor-faktor yang memengaruhi inefisiensi teknis usaha ternak sapi perah di Pulau Jawa. Di dalam penelitian ini, data yang digunakan untuk analisis inferensia hanya 759 dari 1.381 responden karena keterbatasan hasil data yang tersedia. Dalam mencapai tujuan tersebut, penelitian ini menggunakan metode *Stochastic Frontier Analysis* dengan bantuan *software* FRONTIER 4.1 dan taraf uji yang digunakan adalah 5%. Kelebihan dari metode *Stochastic Frontier Analysis* yaitu bisa didapatkan nilai efisiensi dari masing-masing rumah tangga peternak sapi perah.

Bentuk fungsi produksi yang digunakan adalah *Stochastic Frontier Cobb-Douglas* dan dapat dirumuskan dalam persamaan berikut:

$$y_i = \beta_0 \text{LuasKandang}_i^{\beta_1} \text{Pakan}_i^{\beta_2} \text{TenagaKerja}_i^{\beta_3} \text{Kapital}_i^{\beta_4} e^{v_i - u_i} \quad (1)$$

Untuk memudahkan pendugaan maka persamaan di atas ditransformasikan dalam bentuk logaritma natural dan dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\ln y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln \text{LuasKandang}_i + \beta_2 \ln \text{Pakan}_i + \beta_3 \ln \text{TenagaKerja}_i + \beta_4 \ln \text{Kapital}_i + v_i - u_i \quad (2)$$

di mana:

y_i : Rata-rata produksi susu per ekor per hari peternak ke- i

β_0 : Intersep

β_i : Koefisien Parameter, di mana $i = 1, 2, 3, 4$

$0 < \beta_i < 1$ (*Diminishing Return*)

$v_i - u_i$: *Error term* (u_i = efek inefisiensi teknis dalam model)

v_i : Variabel acak yang berkaitan dengan faktor-faktor eksternal (iklim, penyakit dan kesalahan pemodelan) sebarannya simetris dan menyebar normal ($v_{it} \sim N(0, \sigma_v^2)$)

u_i : Variabel acak non-negatif dan diasumsikan memengaruhi tingkat inefisiensi teknis dan berkaitan dengan faktor-faktor internal dan sebarannya bersifat *half normal* ($u_{it} \sim |N(0, \sigma_u^2)|$)

Variabel sisa (*random shock*) v_i merupakan variabel acak yang bebas dan secara identik terdistribusi normal (*independent-identically distributed/i.i.d*) dengan rata-rata (*mathematical expectation/ u_i*) bernilai nol dan ragamnya konstan, $\sigma_v^2 (N(0, \sigma_v^2))$ serta bebas dari u_i . Variabel kesalahan u_i adalah variabel yang menggambarkan efek inefisiensi di dalam produksi, diasumsikan terdistribusi secara bebas di antara setiap observasi dan nilai v_i . Variabel acak u_i tidak boleh bernilai negatif dan distribusinya normal dengan nilai distribusi $N(\mu_i, \sigma_u^2)$ (Coelli dan Battese, 1998).

3.2. Pembentukan Model Terbaik

Model yang terbentuk merupakan fungsi produksi *Cobb-Douglass* yang menggunakan metode *maximum likelihood*. Pemilihan fungsi produksi terbaik dilakukan untuk memilih fungsi produksi mana yang dianggap mampu menjelaskan keadaan produksi suatu usaha. Hipotesis yang diuji adalah apakah ada pengaruh inefisiensi dalam proses produksi atau tidak, dan juga dapat diartikan apakah *Stochastic Production Frontier* dapat menjelaskan keadaan produksi usaha tersebut atau tidak. Statistik uji yang digunakan menggunakan *likelihood ratio* yang merupakan selisih antara *log likelihood function* dari *Ordinary Least Square (OLS)* dan *Maximum Likelihood Estimation (MLE)* yang kemudian hasilnya dibandingkan dengan tabel Kodde-Palm (1986). Berikut hipotesis yang akan diuji:

$H_0 : \gamma = 0$ (Tidak terdapat inefisiensi usaha produksi)

$H_1 : \gamma \neq 0$ (Terdapat inefisiensi usaha produksi)

Statistik Uji:

$$LR = -2 \log \left[\frac{L(H_0)}{L(H_1)} \right] = -2[L(H_0) - L(H_1)] \quad (3)$$

di mana:

$$\begin{aligned} L(H_0) &= \text{nilai log likelihood function dari OLS estimates} \\ &= \ln L(y|\beta, \sigma, \lambda) = -\frac{1}{2} \ln 2\pi\sigma^2 + \sum_{i=1}^I -\frac{1}{2\sigma_2} \sum_{i=1}^I \varepsilon_i^2 \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} L(H_1) &= \text{nilai log likelihood dari final MLE estimates} \\ &= \ln L(y|\beta, \sigma, \lambda) = -\frac{1}{2} \ln 2\pi\sigma^2 + \sum_{i=1}^I \ln \Phi\left(-\frac{\varepsilon_i \lambda}{\sigma}\right) - \frac{1}{2\sigma_2} \sum_{i=1}^I \varepsilon_i^2 \\ &\quad (\text{half normal}) \end{aligned} \quad (5)$$

atau

$$\begin{aligned} &= \ln L(y|\beta, \sigma, \lambda) = -\frac{1}{2} \ln 2\pi\sigma^2 + \sum_{i=1}^I \ln \Phi\left(\frac{\mu}{\sigma\lambda} - \frac{\varepsilon_i \lambda}{\sigma}\right) - \frac{1}{2\sigma_2} \sum_{i=1}^I (\mu + \varepsilon_i)^2 \\ &\quad (\text{truncated normal}) \end{aligned} \quad (6)$$

Apabila nilai $LR - test > \chi^2_{(1-2\alpha)}(\text{df})$ maka terdapat inefisiensi usaha dan model *stochastic frontier* mampu menjelaskan keadaan produksi.

3.3. Pengujian Asumsi Distribusi Error

Pengujian asumsi distribusi *error* ini digunakan untuk mengetahui apakah efisiensi teknis itu lebih baik diestimasi dengan distribusi *half normal* atau dengan distribusi *truncated normal* (Coelli, 1997). Hasil dari *run* data tersebut nantinya akan diujikan dengan tabel *chi-square* berderajat bebas 1, sebagaimana yang telah ditentukan pada jumlah restriksi pada *output* program FRONTIER 4.1.

Hipotesis yang akan diujikan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} H_0 : \mu &= 0 && (\text{Error berdistribusi half normal}) \\ H_1 : \mu &\neq 0 && (\text{Error berdistribusi truncated normal}) \end{aligned}$$

Statistik Uji:

$$LR = -2 \log \left[\frac{L(H_0)}{L(H_1)} \right] = -2[L(H_0) - L(H_1)]$$

di mana:

$$\begin{aligned} L(H_0) &= \ln L(y|\beta, \sigma, \lambda) = -\frac{1}{2} \ln 2\pi\sigma^2 + \sum_{i=1}^I \ln \Phi\left(-\frac{\varepsilon_i \lambda}{\sigma}\right) - \frac{1}{2\sigma_2} \sum_{i=1}^I \varepsilon_i^2 \\ &\quad (\text{nilai loglikelihood function dari hasil Error Component Model dengan asumsi distribusi } u_i \text{ half-normal}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L(H_1) &= \ln L(y|\beta, \sigma, \lambda) = -\frac{1}{2} \ln 2\pi\sigma^2 + \sum_{i=1}^I \ln \Phi\left(\frac{\mu}{\sigma\lambda} - \frac{\varepsilon_i \lambda}{\sigma}\right) - \frac{1}{2\sigma_2} \sum_{i=1}^I (\mu + \varepsilon_i)^2 \\ &\quad (\text{nilai loglikelihood function dari hasil Error Component Model dengan asumsi distribusi } u_i \text{ truncated-normal}) \end{aligned}$$

Apabila nilai $LR - test > \chi^2_{(\alpha)}(1) = 3,841459$ maka distribusi yang sesuai digunakan untuk estimasi adalah *half normal*.

3.4. Analisis Model Efek Inefisiensi

Apabila dari pengujian inefisiensi didapatkan hasil terjadi efek inefisiensi teknis, maka dapat dimodelkan efek inefisiensi tersebut dengan memasukkan variabel-variabel yang diduga memengaruhi inefisiensi usaha tersebut. Menurut Coelli dan Battese (1998) untuk memodelkan efek inefisiensi dengan data *cross-section* dari model *stochastic frontier* pada individu usaha ke-*i* adalah sebagai berikut.

$$u_i = \mathbf{z}'_i \vec{\delta}_i - \zeta_i \quad (7)$$

$$[u_i]_{1 \times 1} = [1 \quad z_1 \quad z_2 \quad \dots \quad z_j]_{1 \times j} \begin{bmatrix} \delta_0 \\ \delta_1 \\ \delta_2 \\ \vdots \\ \delta_j \end{bmatrix}_{j \times 1} - [\zeta_i]_{1 \times 1} \quad (8)$$

di mana:

u_i = nilai inefisiensi teknis peternak ke-*i*

\mathbf{z} = vektor $J \times 1$ yang berisi variabel yang diduga memengaruhi efisiensi teknis

δ = vektor dari parameter yang diestimasi

ζ = error dengan asumsi $N(0, \sigma_\zeta^2)$

Terdapat empat variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini, sehingga model yang terbentuk sebagai berikut.

$$u_i = \delta_0 + \delta_1 Z_{1i} + \delta_2 Z_{2i} + \delta_3 Z_{3i} + \delta_4 Z_{4i} + \zeta_i \quad (9)$$

di mana:

δ_0 = Konstanta

Z_1 = Umur peternak (tahun)

Z_2 = Ijazah terakhir yang dimiliki peternak

Z_3 = *Dummy* keikutsertaan koperasi (bernilai 1 jika ya, bernilai 0 jika tidak)

Z_4 = *Dummy* keikutsertaan kelompok peternak (bernilai 1 jika ya, bernilai 0 jika tidak)

3.5. Pengujian Signifikansi Parameter

Uji signifikansi parameter digunakan untuk mengetahui apakah variabel bebas yang dimasukkan ke dalam fungsi produksi *stochastic frontier* signifikan berpengaruh terhadap variabel tak bebas. Pengujian ini menggunakan uji-t dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_j = 0 \quad ; j = 1, 2, 3, 4$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0$$

$$\text{Statistik Uji} : t_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_j}{se(\hat{\beta}_j)} \quad (10)$$

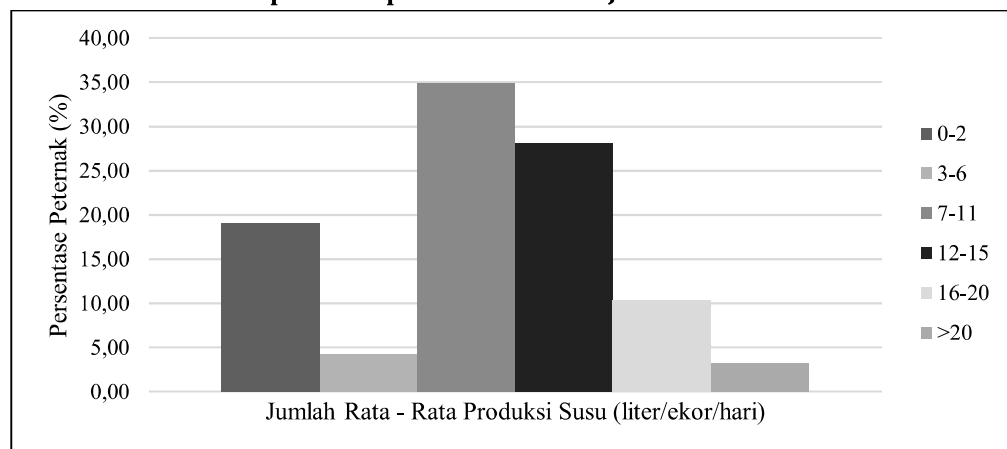
Apabila nilai $|t_{hitung}| > t_{(\alpha/2, n-p)}$, maka tolak H_0 atau dapat disimpulkan bahwa variabel bebas tersebut signifikan memengaruhi variabel tak bebas.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Deskriptif

Jumlah peternak sapi perah di Pulau Jawa yang menghasilkan rata-rata produksi susu sebesar 7-11 liter per ekor per hari, yaitu sebesar 34,99 persen. Kemudian disusul dengan peternak yang menghasilkan rata-rata produksi susu 12-15 liter per ekor per hari sebesar 28,15 persen. Berdasarkan Gambar 3 juga dapat dilihat bahwa persentase peternak sapi perah yang sama sekali tidak melakukan produksi atau hanya 2 liter per hari cukup besar yaitu 19,05 persen. Hal tersebut terjadi dikarenakan pada saat pencacahan, sapi perah yang dimiliki kebanyakan masih berusia muda yang belum siap bereproduksi atau hanya memiliki anakan saja.

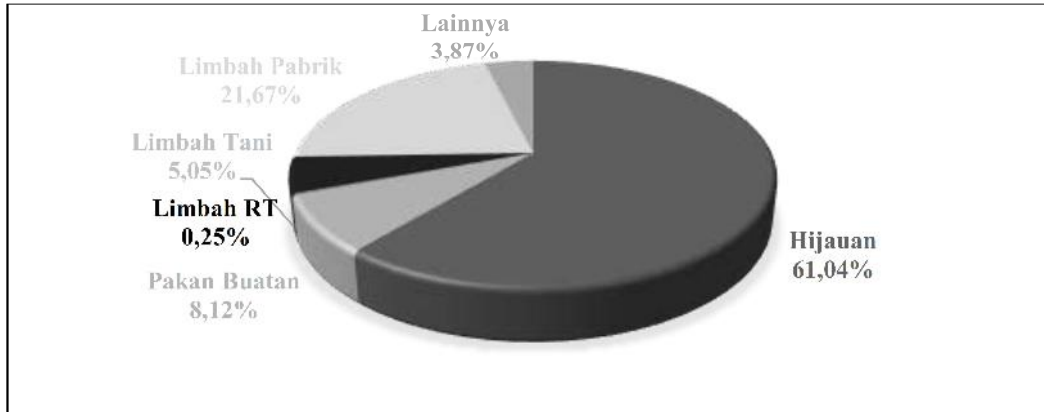
Gambar 3. Persentase Peternak yang Menghasilkan Rata-Rata Produksi Susu Sapi Perah per Ekor per Hari di Pulau Jawa



Sumber: BPS (diolah)

Pakan yang diberikan oleh peternak sapi perah rakyat di Pulau Jawa sebesar 61 persen dari total keseluruhan berupa pakan hijauan, yang kemudian terbesar kedua yaitu pakan dari limbah pabrik, yaitu sebesar 21,67 persen. Hal ini ditunjukkan oleh Gambar 4. Pakan hijauan merupakan pakan utama sapi perah, pakan hijauan pun memiliki zat-zat serat yang tinggi sehingga dapat merangsang kerja rumen (lambung hewan mamalia) dan menentukan kadar lemak air susu. Selain itu, pakan hijauan mudah didapatkan dan murah bahkan tidak perlu mengeluarkan biaya untuk mendapatkannya karena dapat diperoleh di kebun sekitar dan sawah yang dimiliki. Sedangkan pakan lainnya merupakan pakan pelengkap yang diberikan oleh peternak. Besarnya persentase pakan dari limbah pabrik juga dikarenakan didapatkan secara gratis.

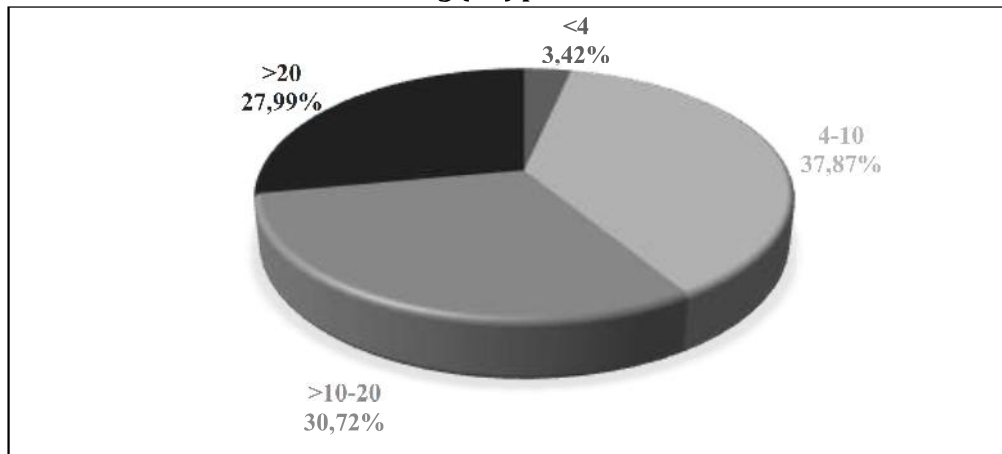
Gambar 4. Persentase Jumlah Pakan yang Diberikan Peternak Menurut Jenis Pakan di Pulau Jawa



Sumber: BPS (diolah)

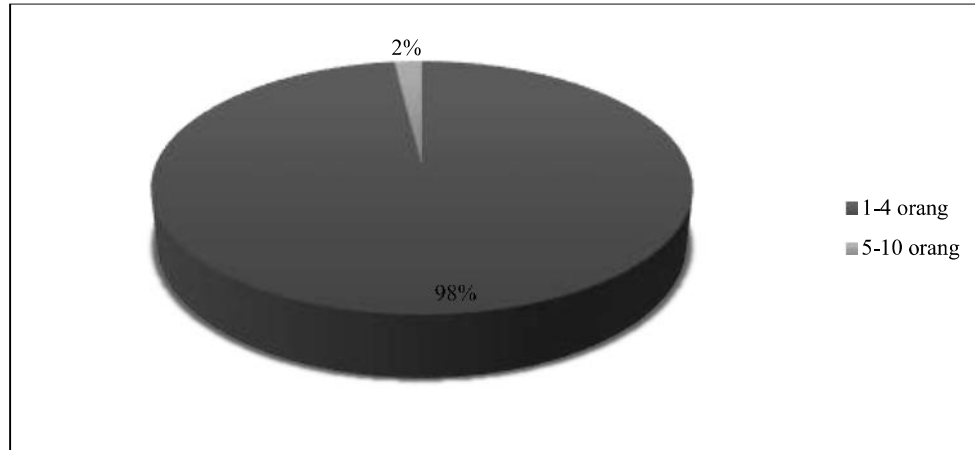
Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat bahwa terdapat 37,87 persen peternak menyediakan kandang untuk ternak sapi perahnya antara 4-10 m². Sebanyak 30,72 persen peternak menyediakan kandang dengan luas lebih dari 10 sampai 20 m². Peternak yang menyediakan kandang dengan luas lebih dari itu sebesar 27,99 persen dan sisanya masih kurang dari 4 m², yaitu hanya 3,42 persen saja. Hal ini menunjukkan bahwa 97 persen peternak usaha sapi perah rakyat di Pulau Jawa sudah memberikan luas tempat tinggal yang cukup untuk beraktivitas ternak sapi perah.

Gambar 5. Persentase Peternak Usaha Sapi Perah Rakyat di Pulau Jawa Menurut Luas Kandang (m²) per Ekor



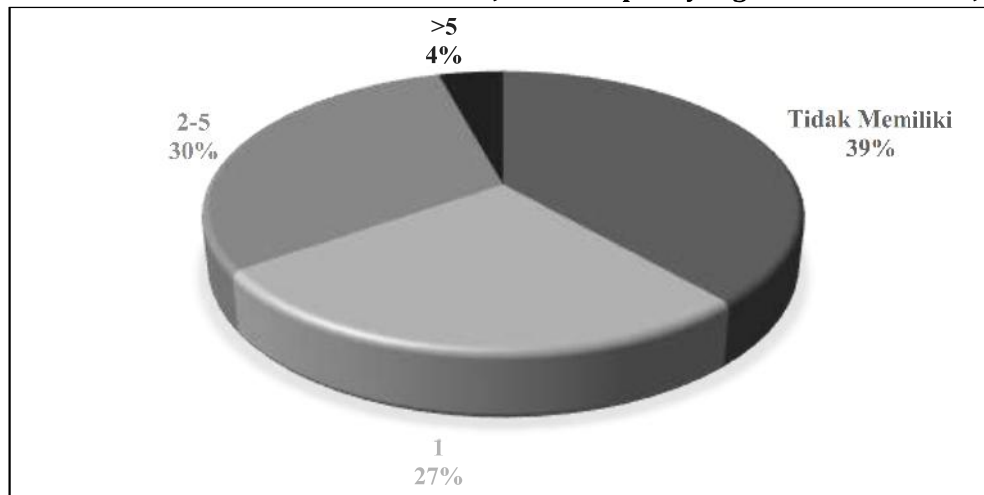
Sumber: BPS (diolah)

Sebanyak 98 persen peternak usaha sapi perah rakyat di Jawa memperkerjakan 1-4 pekerja dalam usahanya, dan hanya 2 persen yang memperkerjakan 5-10 orang. Hal tersebut menunjukkan bahwa 98 persen peternak usaha sapi perah rakyat termasuk klasifikasi industri/usaha rumah tangga dan hanya 2 persen yang termasuk klasifikasi industri/usaha kecil. Hal ini ditunjukkan oleh Gambar 6.

Gambar 6. Persentase Jumlah Pekerja Ternak Usaha Sapi Perah Rakyat di Pulau Jawa

Sumber: BPS (diolah)

Sebanyak 39 persen peternak sapi perah rakyat di Pulau Jawa tidak memiliki alat penunjang dalam memproduksi susu sapi perah, yaitu alat penampung dan pemerah susu. Menurut konsep dan definisi yang digunakan BPS dalam survei rumah tangga ternak ini, alat penampung susu yang terbuat dari alumunium dan sejenisnya bukan termasuk yang terbuat dari karet atau plastik. Alat pemerah susu yang dimaksud adalah teknologi yang digunakan untuk pemerah susu bukan termasuk pemerah menggunakan tangan. Berdasarkan Gambar 7 dapat disimpulkan bahwa 39 persen peternak masih pemerah manual menggunakan tangan dan menampung hasil produksi susu sapi perahnya masih menggunakan ember karet atau plastik. Sedangkan peternak yang memiliki kapital 1 unit sebesar 27 persen, sebesar 30 persen peternak memiliki 2-5 unit kapital, dan hanya 4 persen peternak yang memiliki lebih dari 5 alat penunjang produksi susu (kapital).

Gambar 7. Persentase Peternak Menurut Jumlah Kapital yang Dimiliki di Pulau Jawa

Sumber: BPS (diolah)

Gambaran umum dari faktor-faktor yang memengaruhi inefisiensi teknis usaha ternak sapi perah rakyat di Pulau Jawa tahun 2014, pertama yaitu umur peternak. Rentang umur peternak di Pulau Jawa paling banyak sebesar 33,5 persen merupakan 41-50 tahun. Kemudian disusul sebesar 24,7 persen pada umur produktif 51-60 tahun, sebesar 22,4 persen peternak berumur 31-40 tahun, dan hanya 7 persen peternak yang berumur 30 tahun ke bawah. Hal ini

menunjukkan bahwa sebagian besar kegiatan beternak di Pulau Jawa dilakukan oleh peternak yang memiliki umur produktif 41-60 tahun di mana telah memiliki banyak pengalaman beternak meskipun menuju golongan umur tidak produktif. Pada usia tersebut dapat menunjukkan peternak juga memiliki pengetahuan dan pemahaman yang cukup banyak dalam hal teknis dibandingkan usia yang lebih muda. Peternak dengan umur produktif dapat mengupayakan produksi susu yang lebih baik kualitas dan kuantitasnya, namun keterbukaan akan penggunaan teknologi baru masih rendah.

Kedua, ijazah terakhir yang ditamatkan milik peternak yaitu terdapat 57,31 persen peternak memiliki pendidikan tertinggi hanya sampai tamat SD/ sederajat, lalu 23,09 persen peternak bahkan tidak tamat SD. Sebesar 12,13 persen peternak merupakan tamatan SMP/ sederajat, dan hanya 7,47 persen peternak yang berpendidikan terakhir SMA ke atas. Hal ini menunjukkan masih rendahnya tingkat pendidikan yang dimiliki peternak di Pulau Jawa. Dengan rendahnya tingkat pendidikan yang dimiliki para peternak, maka kemampuan dalam penggunaan teknologi masih tergolong sederhana dan usaha ternak rakyat tergolong dilakukan secara turun-temurun.

Ketiga, pada keikutsertaan kelompok peternak terdapat 42,61 persen peternak di Pulau Jawa telah termasuk pada keanggotaan kelompok peternak. Hampir setengah peternak usaha sapi perah di Pulau Jawa menyadari pentingnya mengikuti keanggotaan kelompok ternak. Hal ini menunjukkan bahwa sudah banyaknya kelompok ternak sapi perah yang terbentuk serta tingginya kebutuhan modal yang dibutuhkan peternak. Sedangkan 57,39 persen peternak tidak mengikuti kelompok ternak dikarenakan belum adanya kelompok ternak terbentuk dan kurangnya minat peternak mengikuti kelompok ternak.

Keempat, keikutsertaan koperasi, sebanyak 61-35 persen peternak sapi perah di Pulau Jawa mengikuti keanggotaan koperasi. Hal tersebut selaras dengan keanggotaan kelompok ternak yang mana banyak peternak sapi perah yang cenderung mengikuti kelompok dan koperasi. Peternak hanya berfokus pada hal yang berhubungan dengan teknis saja seperti modal, penyediaan bibit, kesehatan, dan pemasaran. Peternak belum berfokus pada hal yang berhubungan dengan manajemen pengembangan usaha yang menggunakan inovasi dan teknologi terbaru. Sedangkan 38,65 persen peternak tidak mengikuti koperasi dikarenakan belum adanya koperasi yang terbentuk di daerahnya dan tidak ada minat peternak mengikuti keanggotaan koperasi.

4.2. Analisis Inferensia

4.2.1. Pembentukan Model Fungsi Produksi *Cobb-Douglass*

Estimasi parameter fungsi produksi *Cobb Douglass* menggunakan metode *maximum likelihood estimator* (MLE). Model fungsi produksi yang dihasilkan adalah:

$$\ln y_i = 2,18497 - 0,29483 \cdot 10^{-9} \ln LuasKandang_i^* + 0,027257 \ln Pakan_i^* + 0,10765 \cdot 10^{-10} \ln TenagaKerja_i + 0,01181 \ln Kapital_i \quad (11)$$

Pada fungsi *Cobb-Douglass*, elastisitas *output* terhadap *input* ditunjukkan oleh nilai koefisien masing-masing *input*-nya. Terdapat satu variabel yang memiliki elastisitas negatif dan tiga variabel yang memiliki elastisitas positif namun hanya terdapat dua variabel *input* yang signifikan.

Tabel 1. Hasil Estimasi Parameter dengan Metode MLE Fungsi Produksi Cobb-Douglass

Variabel	Koefisien	Standard Error	t-ratio
Intersep	2,18397	0,05608	38,9467*
ln Luas Kandang per Ekor	-0,2948.10 ⁻⁹	0,34105.10 ⁻¹⁰	-8,6448*
ln Pakan per Ekor per Hari	0,027257	0,01325	2,0558*
ln Jumlah Tenaga Kerja	0,10765.10 ⁻¹⁰	0,3461.10 ⁻¹⁰	0,311
ln Jumlah Kapital	0,01181	0,016372	0,7213
σ^2	0,686	0,15341	4,4717
Γ	0,9214	0,02019	45,644*

Sumber: BPS (diolah)

Keterangan: *signifikan pada $\alpha=5\%$

Hasil estimasi parameter dengan metode MLE pada Tabel 1 menunjukkan bahwa hanya variabel *input* luas kandang per ekor dan pakan per ekor per hari signifikan pada taraf 5 persen memengaruhi variabel *output* rata-rata produksi susu per ekor per hari. Variabel pakan per ekor per hari memiliki tingkat elastisitas tertinggi yaitu 0,027257. Hal tersebut menunjukkan bahwa *input* pakan per ekor per hari memiliki pengaruh yang paling besar terhadap produksi susu per ekor per hari suatu usaha ternak sapi perah rakyat. Setiap penambahan satu persen pakan untuk satu ekor sapi perah dalam satu hari menyebabkan peningkatan jumlah produksi susu sapi perah tersebut sebesar 0,027257 persen. Pakan merupakan *input* yang berhubungan langsung dengan sapi perah dan merupakan kebutuhan mendasar sapi perah untuk bertahan hidup. Selain itu, pakan yang diberikan oleh peternak mengandung unsur-unsur gizi yang dapat meningkatkan jumlah produksi susu sapi perah.

Variabel luas kandang per ekor memiliki pengaruh negatif yang signifikan terhadap rata-rata produksi susu setiap sapi perah per harinya. Nilai elastisitasnya sangat kecil yaitu 0,2948.10⁻⁹. Hal tersebut menunjukkan bahwa luas kandang setiap sapi perah memiliki pengaruh yang sangat kecil terhadap produksi susunya, yaitu di mana setiap penambahan satu persen luas kandang menyebabkan turunnya jumlah produksi susu sapi perah per hari hanya 0,2948.10⁻⁹ persen. Hal tersebut dapat terjadi karena menurut Prihadi (1997), glukosa yang dihasilkan oleh pakan sapi perah akan tercerna menjadi glikogen (gula otot) dan laktosa (gula yang berfungsi memacu produksi susu). Apabila sapi perah diberikan ruang gerak lebih luas, sapi dapat cenderung bergerak lebih banyak dibandingkan ruang gerak yang lebih sempit, maka pakan yang dikonsumsi akan banyak terkonversi menjadi glikogen dibandingkan laktosa. Hal ini dapat menurunkan produksi susu sapi perah itu sendiri. Namun, tetap memperhitungkan ukuran minimum luas kandang sapi perah yaitu 4 m². Variabel tenaga kerja tidak berpengaruh dikarenakan skala usahanya yang kecil tidak membutuhkan banyak tenaga kerja untuk beternak dan melakukan pemerahan susu sapi perah.

4.2.2. Pengujian Distribusi Error

Pengujian ini dilakukan untuk melihat apakah efek inefisiensi teknis usaha sapi perah rakyat di Pulau Jawa mengikuti distribusi setengah normal (*half-normal*) atau normal terpotong (*truncated normal*). Dalam penelitian ini didapatkan nilai dari LR-test yaitu 30,1688 lebih besar dibandingkan nilai $\chi^2(1) = 3,841459$, diputuskan gagal tolak hipotesis *null*. Sehingga dengan tingkat kepercayaan 95 persen dapat disimpulkan bahwa efek inefisiensi usaha ternak sapi perah rakyat di Pulau Jawa berdistribusi normal terpotong (*truncated normal*).

4.2.3. Pengujian Inefisiensi Usaha

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai *LR test* lebih besar dari nilai kritisnya, di mana nilai *LR* sebesar 30,1688 dibandingkan dengan tabel *Kodde Palm* dengan derajat bebas 2 dan tingkat signifikansi 5 persen yaitu 5,138. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan tingkat kepercayaan 95 persen terdapat efek inefisiensi teknis terhadap produksi usaha sapi perah rakyat di Pulau Jawa.

Tabel 2. Ringkasan Hasil Estimasi Efisiensi Teknis dari Fungsi Produksi *Frontier* pada Usaha Ternak Sapi Perah Rakyat di Pulau Jawa

Statistik	Tingkat Efisiensi
<i>Maksimum</i>	0,954
<i>Minimum</i>	0,421
<i>Mean</i>	0,8356
Varians	0,008
Standar Deviasi	0,09164

Sumber: BPS (diolah)

Berdasarkan Tabel 2, nilai rata-rata efisiensi teknis relatif usaha ternak sapi perah di Pulau Jawa adalah 0,8356. Nilai ini termasuk kategori efisiensi cukup tinggi dan hampir sesuai dengan harapan tingkat efisiensi teknis penuh (bernilai satu). Meskipun memiliki efisiensi yang cukup tinggi, tidak ada satu pun usaha ternak yang mencapai tingkat efisiensi teknis maksimum. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa usaha ternak sapi perah di Pulau Jawa masih belum efisien.

4.2.4. Analisis Efek Inefisiensi Usaha

Berdasarkan Tabel 3, terdapat empat faktor yang signifikan secara statistik memengaruhi efek inefisiensi usaha ternak, yaitu umur peternak, ijazah terakhir yang dimiliki peternak, keikutsertaan peternak dalam koperasi, dan keikutsertaan dalam kelompok peternak.

Tabel 3. Hasil Estimasi Parameter dengan Metode MLE untuk Analisis Efek Inefisiensi Teknis

Variabel	Koefisien	S.E	t-ratio
Intersep	-2,8183	0,7828	-3,6001*
Umur Peternak	0,8026.10 ⁻⁹	0,2602.10 ⁻⁹	3,0851*
Ijazah Terakhir yang Dimiliki Peternak	-1,996	0,5335	-3,7411*
Keikutsertaan Koperasi	-0,7843.10 ⁻⁹	0,23296.10 ⁻⁹	-3,3668*
Keikutsertaan Kelompok Peternak	-0,5478.10 ⁻⁹	0,2548.10 ⁻⁹	-2,14998*

Sumber: BPS (diolah)

Keterangan: *signifikan pada $\alpha=5\%$

Berdasarkan estimasi parameter dengan metode *maximum likelihood* diperoleh model inefisiensi teknis usaha ternak sapi perah rakyat di Pulau Jawa dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\hat{u}_i = -2,8183 + 0,8026.10^{-9} \text{Umur}_i^* - 1,996 \text{Ijazah}_i^* - 0,7843.10^{-9} \text{Koperasi}_i^* - 0,5478.10^{-9} \text{KelompokPeternak}_i^* \quad (12)$$

Keterangan: *signifikan pada $\alpha=5\%$

Variabel umur peternak berpengaruh signifikan secara positif pada $\alpha = 0,05$ terhadap tingkat inefisiensi teknis usaha ternak sapi perah rakyat di Pulau Jawa. Koefisien umur peternak

menunjukkan tanda positif, yang berarti bahwa semakin tua umur peternak, maka usaha ternak sapi perah rakyat semakin tidak efisien atau dengan kata lain semakin muda umur peternak, usaha ternaknya semakin efisien. Umur mereprestasikan kekuatan fisik seseorang dan keterbukaan pemikiran tentang teknologi dan konsep manajerial yang baru dan *up to date*.

Variabel ijazah terakhir ditamatkan merepresentasikan tingkat pendidikan yang telah ditempuh oleh peternak. Variabel ini berpengaruh signifikan negatif terhadap tingkat inefisiensi teknis usaha ternak. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi pendidikan yang ditamatkan, maka semakin efisien usaha ternaknya. Tingkat pendidikan atau ijazah terakhir yang ditamatkan merepresentasikan akomodasi keterampilan dan teknologi yang digunakan dalam mengelola usaha ternak sapi perahnya.

Keikutsertaan dalam keanggotaan koperasi berpengaruh signifikan terhadap tingkat inefisiensi usaha ternak sapi perah rakyat di Pulau Jawa. Koefisien keikutsertaan koperasi menunjukkan tanda negatif, yang berarti jika peternak sapi perah mengikuti keanggotaan koperasi, maka akan dapat menambah efisiensi usaha ternaknya. Keikutsertaan peternak menjadi anggota koperasi membantu peternak secara finansial dan pemasaran produksi, serta bahan baku yang dibutuhkan seperti bibit dan obat-obatan untuk mengembangkan usaha ternaknya.

Keikutsertaan peternak dalam kelompok peternak berpengaruh signifikan secara statistik pada tingkat signifikansi 5% terhadap tingkat efisiensi teknis usaha ternak sapi perah rakyat di Pulau Jawa. Koefisien keikutsertaan kelompok peternak menunjukkan tanda negatif, yang berarti bahwa apabila peternak mengikuti keanggotaan kelompok ternak, maka akan meningkatkan tingkat efisiensi teknis usaha ternak. Dalam hal ini keikutsertaan kelompok peternak sapi perah menunjang peternak sapi perah dari segi modal, bibit, obat-obatan, serta pemasaran hasil produksinya.

5. SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan. Terdapat 58,24 persen usaha ternak yang telah memproduksi lebih besar sama dengan 12 liter per ekor sapi perah per hari dengan jumlah pakan terbanyak yang diberikan berupa pakan hijauan dan limbah pabrik. Sebagian besar tenaga kerja yang diserap mayoritas merupakan tenaga kerja tidak dibayar. Sebagian besar usaha ternak tidak memiliki alat pemerah susu dan alat penampung susu. Mayoritas peternak berusia 45 tahun ke atas, berpendidikan terakhir SD/ sederajatnya, mengikuti keanggotaan koperasi peternak, dan tidak mengikuti keanggotaan kelompok peternak.

Berdasarkan hasil estimasi parameter fungsi produksi *stochastic frontier* menggunakan metode *maximum likelihood* menunjukkan variabel *input* yang signifikan berpengaruh terhadap variabel *output* adalah jumlah pakan per ekor per hari dan luas kandang per ekor. Penggunaan tenaga kerja dan kapital tidak berpengaruh signifikan terhadap jumlah produksi susu sapi perah yang dihasilkan. Usaha ternak sapi perah rakyat di Pulau Jawa belum mencapai tingkat efisiensi maksimum dengan rata-rata tingkat efisiensi sebesar 83,56 persen. Variabel umur peternak berpengaruh menurunkan efisiensi usaha ternak sapi perah rakyat di Pulau Jawa. Variabel ijazah terakhir peternak, keikutsertaan peternak dalam koperasi, dan keikutsertaan peternak dalam kelompok peternak berpengaruh meningkatkan efisiensi usaha ternak sapi perah rakyat di

DAFTAR PUSTAKA

- Aigner, D.J., Lovell, C.A.K., & Schmidt, P. (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of Econometrics*, 6, 21–37.
- Asmara, A., Purnamadewi, Y.L., & Lubis, D. (2016). Keragaan produksi susu dan efisiensi usaha peternakan sapi perah rakyat di Indonesia. *Jurnal Manajemen dan Bisnis*, 13(1), 14-25.
- Badan Pusat Statistik. (2015). *Angka nasional hasil survei 2013 – subsektor rumah tangga usaha peternakan*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Battese, G.E., & Coelli, T.J. (1988). Prediction of firm-level technical efficiencies with a general frontier production function and panel data. *Journal of Econometrics*, 38, 387-399.
- Coelli, T.J. (1997). *A guide to frontier version 4.1: A computer program for stochastic frontier production and cost function estimation*. Armidale: CEPA University of New England.
- Coelli, Tom, P.R. & Battese, G. E. (1998). *An introduction to efficiency and production analysis*. Kluwer Academic Publishers. United States of America.
- Hallam, D. & Machado, F. (1996). Efficiency analysis with panel data of portuguese dairy farms. *European Review of Agricultural Economics*, 23, 79-93.
- Kementerian Pertanian. (2015). *Outlook komoditas pertanian subsektor peternakan susu*. Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi (Pusdatin) Pertanian Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian.
- Kodde, D. A. & Palm, F. C. (1986). Wald criteria for jointly testing equality and inequality restrictions. *Econometrica*, 54(5), 1243-1248.
- Pasaribu, A., Firmansyah, & Idris, N. (2015). Analisis faktor-faktor yang memengaruhi produksi susu sapi perah di Kabupaten Karo Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Ilmu – Ilmu Peternakan*, 18(1), 28-35.
- Prihadi, S. (1997). *Dasar ilmu ternak perah*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada Press.
- Soekartawi. (2002). *Analisis usahatani*. Jakarta: UI Press.