

Analisis Pendapatan dan Efisiensi Produksi Usaha Ternak Sapi Perah Sistem Terintegrasi dan Konvensional di Bogor

Siti Anggi, Rizal Bahtiar, Fitria Dewi Raswatie

Department of Resource and Environmental Economics, Faculty of Economics and Management, IPB University, Indonesia

*Correspondence to: sitianggi98@gmail.com

Abstrak: Usaha peternakan sapi perah memiliki peran strategis dalam mendukung produksi susu segar nasional dan peningkatan kesejahteraan peternak. Namun, usaha ini masih menghadapi kendala seperti efisiensi produksi yang belum optimal, ketersediaan pakan, dan tingginya biaya operasional. Salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah penerapan sistem peternakan terintegrasi, yaitu sistem yang mengintegrasikan usaha ternak dengan pemanfaatan sumber daya dan pengelolaan limbah untuk meningkatkan efisiensi produksi. Penelitian ini dilakukan pada peternakan sapi perah dengan sistem terintegrasi di Kawasan Usaha Peternakan (KUNAK) Pamijahan dan Cibungbulang serta sistem konvensional di Kelurahan Kebon Pedes. Perbedaan sistem pengelolaan antara sistem terintegrasi dan sistem konvensional diduga memengaruhi produksi, pendapatan, dan efisiensi usaha ternak sapi perah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi produksi susu serta menganalisis pendapatan dan tingkat efisiensi teknis, alokatif, dan ekonomi pada usaha ternak sapi perah dengan sistem terintegrasi dan konvensional. Metode analisis yang digunakan meliputi analisis faktor produksi dengan menggunakan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE), analisis pendapatan dengan menggunakan *R/C ratio*, serta *Stochastic Frontier Analysis* (SFA) untuk mengukur efisiensi teknis, alokatif, dan ekonomi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pakan hijauan, pakan konsentrat, pakan ampas tahu, dan tenaga kerja berpengaruh positif dan signifikan terhadap produksi susu. Usaha ternak sapi perah dengan sistem terintegrasi menghasilkan pendapatan yang lebih tinggi dibandingkan sistem konvensional. Selain itu, kedua sistem telah efisien secara teknis dan alokatif ($\geq 0,70$). Secara ekonomi, sistem peternakan terintegrasi telah mencapai efisiensi ekonomi ($\geq 0,70$), sedangkan sistem konvensional masih belum efisien secara ekonomi ($< 0,70$).

Kata Kunci: efisiensi, faktor produksi, produksi susu, *R/C ratio*, *stochastic frontier analysis*

Abstract: Dairy farming plays a strategic role in supporting the national supply of fresh milk and improving farmers' welfare. However, the industry still faces several challenges, including suboptimal production efficiency, limited feed availability, and high operational costs. One approach to addressing these challenges is the implementation of an integrated dairy farming system, which integrates livestock production with resource utilization and waste management to improve production efficiency. This study was conducted on dairy farms implementing an integrated farming system in the Livestock Farming Area (KUNAK) of Pamijahan and Cibungbulang, as well as conventional dairy farms in Kebon Pedes Village. Differences in management practices between the integrated and conventional farming systems were presumed to affect milk production, farm income, and the efficiency of dairy farming. This study aimed to analyze the factors affecting milk production as well as to analyze farm income and the levels of technical, allocative, and economic efficiency in integrated and conventional dairy farming systems. The analytical methods included production factor analysis using *Maximum Likelihood Estimation* (MLE), income analysis using the *Revenue-Cost (R/C) Ratio*, and *Stochastic Frontier Analysis* (SFA) to measure technical, allocative, and economic efficiency. The results showed that forage, concentrate feed, tofu by-product, and labor had a positive and significant effect on milk production. Dairy farms implementing the integrated farming system generated higher income than those adopting the conventional system. Furthermore, both farming systems achieved technical and allocative efficiency (≥ 0.70). Economically, the integrated farming system achieved economic efficiency (≥ 0.70), whereas the conventional farming system had not yet achieved economic efficiency (< 0.70).

Keywords: efficiency, milk production, production factors, *Revenue-Cost (R/C) Ratio*, *Stochastic Frontier Analysis*

Citation: Anggi, S., Bahtiar, R., Raswatie, F.D. (2026) Analisis Pendapatan dan Efisiensi Produksi Usaha Ternak Sapi Perah Sistem Terintegrasi dan Konvensional di Bogor. *Indonesian Journal of Agricultural, Resource and Environmental Economics*, 5(1), 26-39.

Doi: <https://doi.org/10.29244/ijaree.v5i1.72367>

PENDAHULUAN

Pertumbuhan ekonomi Indonesia diukur berdasarkan Produk Domestik Bruto (PDB). Sektor pertanian, yang mencakup tanaman pangan, peternakan, perikanan, perkebunan, dan kehutanan, memiliki peran strategis dalam perekonomian nasional, melalui kontribusinya terhadap PDB (Wijaksana et al., 2017). Di antara subsektor tersebut, peternakan memegang peranan penting dalam pengembangan ekonomi, didorong oleh meningkatnya permintaan terhadap produk susu hewani seiring pertumbuhan populasi, meningkatnya kesejahteraan masyarakat, serta kesadaran gizi. Subsektor peternakan menghasilkan tiga komoditas utama yaitu daging, telur, dan susu yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan. Salah satu komoditas dalam subsektor peternakan adalah usaha ternak sapi perah, terutama di kawasan tropis karena kemampuannya beradaptasi terhadap pakan lokal yang sederhana serta keterbatasan sumber daya (Amam dan Harsita, 2019).

Perkembangan populasi sapi perah di Indonesia selama periode 2019-2025 menunjukkan tren yang berfluktuasi (BPS, 2025). Populasi sapi perah mengalami peningkatan pada periode 2019-2021, kemudian menurun pada tahun 2022-2023, dan kembali meningkat pada tahun 2024-2025. Namun, jumlah populasi tersebut masih belum mencapai tingkat populasi pada tahun 2021. Sementara itu, produksi susu dalam negeri baru mampu memenuhi sekitar 20% kebutuhan nasional sehingga sebagian besar kebutuhan susu masih dipenuhi melalui impor (Kementerian Pertanian, 2025). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pengembangan usaha ternak sapi perah di Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan dalam meningkatkan produktivitas dan memenuhi kebutuhan susu nasional. Oleh karena itu, peningkatan produktivitas dan efisiensi usaha ternak sapi perah menjadi aspek penting untuk meningkatkan produksi susu dalam negeri sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap impor.

Efisiensi produksi merupakan salah satu indikator penting dalam mengevaluasi kinerja usaha ternak sapi perah karena mencerminkan kemampuan peternak dalam memanfaatkan faktor-faktor produksi secara optimal untuk menghasilkan output yang maksimal. Penelitian Asmara et al., (2016) menunjukkan bahwa usaha ternak sapi perah rakyat di Indonesia masih menghadapi permasalahan dalam penggunaan faktor-faktor produksi sehingga tingkat efisiensi usahanya belum optimal. Selain itu, peningkatan produksi belum tentu diikuti oleh peningkatan pendapatan apabila penggunaan input dan biaya produksi belum efisien. Oleh karena itu, analisis pendapatan dan efisiensi perlu dilakukan untuk mengevaluasi kinerja usaha ternak sapi perah serta menjadi dasar dalam penyusunan strategi pengembangan usaha (Utama et al., 2024).

Usaha ternak sapi perah menghasilkan susu segar yang dapat diolah menjadi berbagai produk seperti keju, susu kental manis, yogurt dan produk turunannya. Selain sebagai sumber pangan bergizi, susu juga merupakan sumber pendapatan penting bagi peternak. Dengan permintaan pasar yang terus ada, usaha ternak sapi perah memiliki potensi untuk terus dikembangkan (Rusdiana dan Praharani 2020). Namun demikian, peningkatan produksi susu juga perlu diimbangi dengan pengelolaan limbah ternak yang baik agar keberlanjutan usaha tetap terjaga. Kegiatan usaha ternak sapi perah menghasilkan limbah berupa kotoran, urin, sisa pakan, serta air dari proses pembersihan ternak dan kandang. Apabila tidak dikelola dengan baik, limbah tersebut dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan.

Sistem peternakan konvensional merupakan sistem usaha ternak yang berdiri sendiri tanpa integrasi dengan komponen pertanian lainnya, sehingga pemanfaatan limbah peternakan belum optimal dan berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan (Osak et al., 2015). Sebaliknya, sistem peternakan terintegrasi atau *Integrated Farming System* (IFS) merupakan sistem usaha ternak yang mengintegrasikan kegiatan peternakan dengan komponen pertanian lainnya melalui pemanfaatan sumber daya secara optimal (Yusuf et al., 2022). Pada penelitian ini, sistem peternakan terintegrasi didukung oleh ketersediaan lahan hijau pakan ternak yang dapat menunjang kebutuhan pakan secara lebih berkelanjutan. Ketersediaan hijauan pakan ternak tersebut mampu meningkatkan efisiensi penggunaan input, menekan biaya produksi, serta mendukung peningkatan produktivitas dan pendapatan peternak (Hayati et al., 2021). Oleh karena itu, perbedaan sistem pengelolaan antara sistem terintegrasi dan konvensional diduga memengaruhi tingkat produksi, pendapatan, dan efisiensi usaha ternak sapi perah.

Implementasi sistem peternakan sapi perah terintegrasi di Kabupaten Bogor diterapkan di Kawasan Usaha Peternakan (KUNAK), di mana peternak didukung oleh ketersediaan lahan hijau pakan ternak

sebagai sumber pakan utama. Dalam sistem ini, hijauan pakan ternak dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan pakan sapi perah, sementara limbah ternak dimanfaatkan kembali sebagai pupuk organik sehingga menciptakan sistem produksi yang lebih efisien dan ramah lingkungan (Baharuddin et al., 2019). Susu hasil produksi peternak di KUNAK dipasarkan melalui Koperasi Produksi Susu Bogor (KPS Bogor) sebagai upaya mendukung pemasaran hasil produksi dan peningkatan kesejahteraan peternak. Selain peternak di kawasan KUNAK, KPS Bogor juga mencakup peternak di luar kawasan KUNAK yang tersebar di wilayah Bogor, Depok, dan sekitarnya.

Peternakan sapi perah di Kelurahan Kebon Pedes merupakan usaha peternakan sapi perah di luar KUNAK yang tergabung dalam KPS Bogor dan tetap bertahan di tengah wilayah perkotaan. Perbedaan utama antara usaha peternakan sapi perah di KUNAK dan Kelurahan Kebon Pedes terletak pada ketersediaan pakan hijauan. Di KUNAK, peternak memiliki lahan hijauan, sementara di Kelurahan Kebon Pedes, peternak harus membeli pakan hijauan dari pedagang rumput. Selain itu, peternak di Kelurahan Kebon Pedes juga menggunakan limbah pasar sebagai pakan alternatif untuk menekan biaya produksi. Pakan merupakan faktor produksi utama sekaligus komponen biaya terbesar dalam usaha ternak (Faishal, 2022). Selain itu, tenaga kerja juga berperan penting dalam pemberian pakan, pemerahan, dan pemeliharaan kandang. Perbedaan ketersediaan pakan dan kebutuhan tenaga kerja memengaruhi biaya produksi dan efisiensi usaha. Rata-rata produksi susu per ekor di KUNAK Pamijahan dan Cibungbulang mencapai 10,01 liter/ekor/hari, lebih tinggi dibandingkan dengan Kelurahan Kebon Pedes yaitu 9,59 liter/ekor/hari (Malau dan Winandi, 2016).

Meskipun demikian, angka tersebut masih berada di bawah standar *Friesian Holstein* (19,67-26,23 liter/ekor/hari), namun masih dalam kisaran produktivitas nasional sebesar 9,8-13,1 liter/ekor/hari (Kementerian Pertanian, 2022). Perbedaan tingkat produksi tersebut diduga dipengaruhi oleh penggunaan input produksi yang belum optimal, terutama pada aspek kualitas dan kuantitas pakan serta manajemen pemeliharaan. Sistem terintegrasi telah banyak diperkenalkan, kajian empiris yang secara simultan menganalisis pendapatan dan efisiensi teknis, alokatif, serta ekonomi antara sistem terintegrasi dan konvensional masih terbatas, khususnya pada konteks peternakan sapi perah di Indonesia. Selain itu, sebagian besar penelitian sebelumnya lebih berfokus pada aspek produksi atau pendapatan secara terpisah, sehingga belum memberikan gambaran komprehensif mengenai efisiensi ekonomi usaha.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi produksi susu serta menganalisis pendapatan dan tingkat efisiensi teknis, alokatif, dan ekonomi antara usaha ternak sapi perah terintegrasi dan konvensional. Penelitian ini menggunakan pendekatan *Stochastic Frontier Analysis* (SFA), fungsi produksi *Cobb-Douglas* dengan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE), serta analisis pendapatan melalui *R/C ratio*. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi empiris dalam pengembangan sistem usaha sapi perah yang lebih efisien dan berkelanjutan, serta menjadi dasar bagi perumusan kebijakan peningkatan produktivitas dan pendapatan peternak.

METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kawasan Usaha Peternakan (KUNAK) Pamijahan dan Cibungbulang, Kabupaten Bogor serta di Kelurahan Kebon Pedes, Kota Bogor. Pemilihan KUNAK Pamijahan dan Cibungbulang sebagai lokasi penelitian didasarkan pada pertimbangan bahwa, wilayah tersebut telah mengembangkan usaha peternakan sapi perah secara terintegrasi dan menjadi salah satu sentra produksi susu di Kabupaten Bogor. Sementara itu, Kelurahan Kebon Pedes dipilih karena merupakan kawasan peternakan yang masih berkembang dan mampu bertahan di wilayah perkotaan. Kegiatan pengumpulan data primer serta pengolahan data dilaksanakan pada bulan November - Desember 2024.

Jenis dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui pengamatan langsung di lapangan serta wawancara dengan peternak. Wawancara dilakukan menggunakan panduan kuesioner untuk memastikan bahwa data yang dikumpulkan sesuai dengan tujuan penelitian. Data sekunder digunakan sebagai data pelengkap yang diperoleh dari berbagai literatur antara

lain jurnal dan buku serta dari instansi terkait seperti Koperasi Produksi Susu (KPS) Bogor, Badan Pusat Statistik (BPS), Dinas Perikanan dan Peternakan, dan instansi lainnya.

Metode Pengambilan Sampel

Populasi dalam penelitian ini terdiri dari peternak sapi perah di KUNAK Pamijahan dan Cibungbulang sebanyak 80 peternak, serta di Kelurahan Kebon Pedes sebanyak 26 peternak. Metode pengambilan sampel di KUNAK Pamijahan dan Cibungbulang menggunakan teknik *non-probability sampling* dengan pendekatan *purposive sampling*. Pemilihan sampel berdasarkan kriteria peternak yang tinggal di KUNAK dan menjadikan usaha peternakan sapi perah sebagai pekerjaan utama. Sementara itu, pengambilan sampel di Kelurahan Kebon Pedes, menggunakan metode sensus, karena seluruh peternak memiliki kesamaan karakteristik usaha peternakan sapi perah sebagai pekerjaan utama. Secara keseluruhan, jumlah sampel dalam penelitian ini adalah 55 peternak, yang terdiri dari 29 peternak di KUNAK Pamijahan dan Cibungbulang, serta 26 peternak di Kelurahan Kebon Pedes.

Metode Analisis dan Pengolahan Data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini dianalisis secara kuantitatif. Analisis kuantitatif digunakan untuk menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi produksi susu sapi perah menggunakan fungsi produksi *frontier Cobb-Douglas*, serta mengukur efisiensi teknis, efisiensi alokatif dan efisiensi ekonomi dengan metode *Stochastic Frontier Analysis* (SFA). Selain itu, analisis pendapatan dilakukan menggunakan metode *R/C ratio*. Pengolahan data dilakukan menggunakan *Microsoft Excel*, *Software STATA 14* dan *Frontier 4.1*.

Analisis Fungsi Produksi Frontier Cobb Douglas

Analisis fungsi produksi usaha ternak sapi perah dilakukan dengan menggunakan model fungsi produksi *stochastic frontier Cobb-Douglas* (Soekartawi, 1990). Model ini merupakan fungsi yang menghubungkan variabel output (Y) dengan satu atau lebih variabel input (X). Beberapa variabel produksi yang digunakan pada penelitian ini digambarkan pada model fungsi sebagai berikut:

$$Y = \alpha X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} X_3^{\beta_3} X_4^{\beta_4} D_5^{\beta_5} e^{(v_i - u_i)} \dots \dots \dots (1)$$

Persamaan tersebut ditransformasikan dalam bentuk logaritma fungsi produksi *Cobb-Douglas* sebagai berikut:

$$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \beta_3 \ln X_3 + \beta_4 \ln X_4 + \beta_5 D_5 + (v_i - u_i) \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

- Y = Produksi susu sapi (Liter/hari)
- X₁ = Pakan hijauan (Kg/hari)
- X₂ = Pakan konsentrat (Kg/hari)
- X₃ = Pakan ampas tahu (Kg/hari)
- X₄ = Tenaga Kerja (HOK)
- D₅ = Dummy sistem peternakan (1: Terintegrasi, 2: Konvensional)
- β₀ = Intersept atau Konstanta
- β_i = Koefisien regresi faktor produksi/parameter penduga, dimana (i=1, 2,...,5)
- v_i - u_i = Error term (v_i adalah noise effect, u_i adalah efek inefisiensi teknis model)
- Nilai koefisien yang diharapkan dari X₁, X₂, X₃, X₄, D₅ adalah lebih besar dari 0.

Analisis Pendapatan Usaha Ternak Sapi Perah

Pendapatan usaha peternakan merupakan selisih antara penerimaan dan biaya operasional. Penerimaan usaha peternakan dihitung sebagai hasil perkalian antara jumlah produksi yang diperoleh dengan harga jual output, dengan rumus :

$$TR = Y \cdot P_y \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

- TR = Total penerimaan (Rp)
- Y = Produksi susu (Liter)

P_y = Harga susu (Rp/Liter)

Untuk mengetahui pendapatan peternak dilakukan pengurangan antara penerimaan total dengan biaya total, dengan rumus :

$$\pi = TR - TC \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

Π = Pendapatan usaha ternak sapi perah (Rp/bulan)

TR = Total penerimaan usaha ternak sapi perah (Rp/bulan)

TC = Total biaya usaha ternak sapi perah (Rp/bulan)

Selanjutnya, total penerimaan dibandingkan dengan total biaya untuk menentukan apakah usaha ternak sapi perah menguntungkan atau tidak. Rumus R/C ratio, dengan rumus :

$$R/C \text{ ratio} = \frac{\text{Total penerimaan (TR)}}{\text{Total biaya (TC)}} \dots\dots\dots(5)$$

Jika R/C ratio > 1, usaha ternak sapi perah menguntungkan karena penerimaan lebih besar dari biaya. Jika < 1, usaha ternak sapi perah tidak menguntungkan. Jika = 1, usaha ternak sapi perah berada dalam kondisi impas, di mana penerimaan sama dengan biaya yang dikeluarkan.

Analisis Efisiensi Teknis, Alokatif dan Ekonomi

Analisis Efisiensi dan Inefisiensi Teknis

Pendekatan *stochastic frontier* menghasilkan dua kondisi sekaligus, yaitu faktor-faktor yang memengaruhi efisiensi dan inefisiensi peternak, dengan rumus :

$$ET = \frac{E(Y * |U_i, X_1, X_2, X_3, X_4, X_5)}{E(Y * |U_i = 0, X_1, X_2, X_3, X_4, X_5)} = \frac{Y_i^*}{Y_i} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

ET = Efisiensi teknis peternak ke-i

$E(Y * |U_i, X_1, X_2, X_3, X_4, X_5)$ = Output observasi

$E(Y * |U_i = 0, X_1, X_2, X_3, X_4, X_5)$ = Output batas (*frontier*)

Nilai efisiensi teknis peternak dapat digolongkan sebagai efisien jika memiliki nilai $\geq 0,7$, sedangkan digolongkan sebagai tidak efisien jika nilainya < 0,7 (Coelli et al., 1998).

Model inefisiensi teknis yang digunakan untuk melihat tingkat inefisiensi teknis dan faktor-faktor yang memengaruhi inefisiensi teknis dikembangkan oleh Coelli et al., (1998). Persamaan inefisiensi teknis dalam nilai parameter efek inefisiensi , dengan rumus :

$$u_i = \delta_0 + \delta_1 Z_1 + \delta_2 Z_2 + \delta_3 Z_3 \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan:

u_i = Efek inefisiensi

δ_0 = Intersep atau konstanta

Z_1 = Umur peternak (tahun)

Z_2 = Pendidikan peternak (tahun)

Z_3 = Pengalaman beternak (Tahun)

Tanda dan besaran parameter yang diharapkan dari fungsi inefisiensi ini adalah $\delta_0, \delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4, \delta_5 < 0$.

Analisis Efisiensi Alokatif dan Ekonomi

Analisis efisiensi alokatif dan efisiensi ekonomi dilakukan menggunakan pendekatan berbasis input dengan memanfaatkan informasi harga rata-rata input pada tingkat peternak. Menurut Debertin (1986), efisiensi alokatif dan ekonomi dapat dianalisis melalui penurunan fungsi biaya *dual* fungsi produksi *Cobb-Douglas* yang bersifat homogen.

Untuk menghitung efisiensi alokatif, langkah awal yang perlu dilakukan adalah menghitung efisiensi ekonomi (EE). Efisiensi ekonomi didefinisikan sebagai rasio antara total biaya produksi minimum yang diamati (C*) dan total biaya produksi aktual (C). Pendekatan ini mengacu pada Jondrow et al., (1982), yang

mengembangkan pengukuran inefisiensi dalam kerangka *stochastic frontier*. Secara matematis, EE dirumuskan sebagai berikut:

$$EE = \frac{C^*}{C} \dots \dots \dots (8)$$

Efisiensi ekonomi (EE) merupakan gabungan dari efisiensi teknis (ET) dan efisiensi alokatif (EA). Hubungan antara ketiga komponen tersebut dapat dinyatakan, dengan melalui rumus: berikut:

$$EE = ET \times EA \dots \dots \dots (9)$$

Dari persamaan tersebut, efisiensi alokatif (EA) dapat dihitung sebagai:

$$EA = \frac{EE}{ET} \dots \dots \dots (10)$$

Efisiensi alokatif menggambarkan kemampuan peternak dalam mengalokasikan input produksi secara optimal pada tingkat harga tertentu untuk mencapai efisiensi ekonomi. Indeks efisiensi alokatif (EA) berada pada rentang 1 ($0 \leq EA \leq 1$), di mana nilai yang mendekati 1 menunjukkan tingkat efisiensi yang semakin tinggi. Efisiensi alokatif dan ekonomi dikategorikan efisien apabila memiliki nilai $\geq 0,70$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fungsi Produksi dengan Metode OLS

a) Uji Ekonomi

Hasil uji ekonomi menunjukkan bahwa seluruh variabel independen bertanda positif, sehingga sesuai dengan hipotesis awal penelitian.

b) Uji Statiska

Hasil estimasi model metode OLS menunjukkan nilai probabilitas 0,0000 ($< 0,05$), yang berarti secara simultan variabel independen berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen. Nilai *Adjusted R-square* sebesar 0,9349, menunjukkan bahwa 93,49% variasi produksi susu dapat dijelaskan persentase keragaman variabel independen sedangkan 6,51% dijelaskan oleh faktor lain di luar model.

c) Uji Ekonometrika

Uji normalitas menggunakan *skewness* dan *kurtosis*, menghasilkan nilai probabilitas 0,1629 ($> 0,05$), sehingga data terdistribusi normal. Uji multikolinearitas menunjukkan seluruh variabel memiliki nilai *Variance Inflation Factor* ($VIF < 10$), yang berarti tidak terdapat masalah multikolinearitas antar variabel independen. Uji heteroskedastisitas menggunakan *uji white*, yang menghasilkan nilai probabilitas sebesar 0,9646 ($> 0,05$), sehingga tidak terdapat gejala heteroskedastisitas dalam model.

Fungsi Produksi dengan Metode MLE

Analisis faktor-faktor yang memengaruhi produksi susu sapi di lokasi penelitian menggunakan fungsi produksi *Stochastic Frontier* dengan metode MLE. Hasil estimasi model fungsi produksi, disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisis fungsi produksi *Stochastic Frontier Cobb-Douglas* dengan Metode MLE

Variabel	Koefisien	Standar Error	t-hitung
Konstanta	0,814	0,168	4,851*
Pakan hijauan (X_1)	0,315	0,053	5,882*
Pakan konsentrat (X_2)	0,431	0,050	8,688*
Pakan ampas tahu (X_3)	0,087	0,027	3,188*
Tenaga kerja (X_4)	0,167	0,053	3,130*
Dummy (D_5)	0,035	0,051	0,687
Log likelihood OLS	5,673		
Log likelihood MLE	13,446		
LR-test of one-sided error	15,545		

Keterangan: *signifikan pada taraf nyata 0,05

Tabel 1, menunjukkan bahwa, nilai *log likelihood function* MLE sebesar 13,446 lebih besar dari nilai *log likelihood function* OLS yaitu 5,673. Hal tersebut menunjukkan bahwa fungsi produksi dengan metode

MLE sudah baik dan sesuai dengan kondisi di lapangan. Nilai *LR-test of the one-sides error* sebesar 15,545 lebih besar dari nilai X^2 pada tabel *Chi-square* Kodde dan Palm (1986) yaitu sebesar 10,371 pada taraf nyata 5 persen dengan nilai $df = 5$. Hasil estimasi menunjukkan bahwa, fungsi produksi *stochastic frontier Cobb–Douglas* dengan metode MLE dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\ln Y = 0,814 + 0,315 \ln X_1 + 0,431 \ln X_2 + 0,087 \ln X_3 + 0,167 \ln X_4 + 0,035 D_5$$

Hasil tersebut menunjukkan bahwa secara umum tidak terdapat peternak yang mencapai tingkat efisiensi sempurna, sehingga masih terdapat potensi peningkatan efisiensi teknis dalam usaha ternak sapi perah.

a. Pakan hijauan (X_1)

Variabel pakan hijauan berpengaruh positif dan signifikan terhadap produksi susu sapi perah pada taraf nyata 5% (t -hitung 5,882 > t -tabel 2,012). Koefisien sebesar 0,315 menunjukkan bahwa peningkatan pakan hijauan sebesar 1% akan meningkatkan produksi susu sebesar 0,315%, *ceteris paribus*. Nilai koefisien sebesar 0,315 menunjukkan bahwa peningkatan pakan hijauan sebesar 1% akan meningkatkan produksi susu sebesar 0,315% *ceteris paribus*. Pakan hijauan merupakan sumber utama serat dan nutrisi bagi sapi perah yang berperan penting dalam mendukung proses produksi susu. Ketersediaan hijauan yang cukup dan berkualitas berkontribusi terhadap optimalisasi produktivitas ternak. Hasil ini sejalan dengan penelitian Simamora *et al.*, (2022) yang menyatakan bahwa pakan hijauan berpengaruh signifikan terhadap produksi susu sapi perah.

b. Pakan Konsentrat (X_2)

Variabel pakan konsentrat berpengaruh positif dan signifikan pada taraf nyata 5% (t -hitung 8,688 > t -tabel 2,012). Koefisien sebesar 0,431 mengindikasikan bahwa peningkatan pakan konsentrat sebesar 1% akan meningkatkan produksi susu sebesar 0,431%, *ceteris paribus*. Pakan konsentrat merupakan sumber energi penting bagi sapi perah, terutama pada fase laktasi, sehingga berperan dalam mengoptimalkan produksi susu. Hasil ini sejalan dengan Virginiaura *et al.*, (2024) serta Simamora *et al.*, (2022) yang menemukan bahwa pakan konsentrat berpengaruh signifikan terhadap produksi susu sapi perah.

c. Pakan Ampas Tahu (X_3)

Variabel pakan ampas tahu berpengaruh positif dan signifikan pada taraf 5% (t -hitung 3,188 > t -tabel 2,012). Koefisien sebesar 0,087 mengindikasikan bahwa peningkatan pakan ampas tahu sebesar 1% akan meningkatkan produksi susu sebesar 0,087%, *ceteris paribus*. Ampas tahu merupakan pakan tambahan yang memiliki kandungan protein tinggi yang dibutuhkan sapi perah untuk mendukung produksi susu. Hasil ini sejalan dengan Virginiaura *et al.*, (2024) dan Priambodo (2022) yang menemukan bahwa pakan ampas tahu berpengaruh signifikan terhadap produksi susu sapi perah.

d. Tenaga Kerja (X_4)

Variabel tenaga kerja berpengaruh positif dan signifikan pada taraf 5% (t -hitung 3,130 > t -tabel 2,012). Koefisien sebesar 0,167 mengindikasikan bahwa peningkatan tenaga kerja sebesar 1% akan meningkatkan produksi susu sebesar 0,167%, *ceteris paribus*. Tenaga kerja berperan penting dalam kegiatan operasional peternakan, termasuk manajemen pemeliharaan, pemberian pakan, dan proses pemerahan sapi perah (Firlia (2017).

e. Sistem Peternakan (D_5)

Variabel *dummy* sistem peternakan memiliki koefisien positif sebesar 0,035, namun signifikan secara statistik pada taraf 5% (t -hitung 0,687 < t -tabel 2,012). Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan dalam produksi susu antara sistem peternakan terintegrasi dan konvensional dalam model penelitian ini. Sistem peternakan terintegrasi secara konseptual menggabungkan usaha ternak dengan penyediaan hijauan secara berkelanjutan, yang berpotensi mendukung efisiensi produksi melalui kestabilan ketersediaan pakan.

Analisis Pendapatan Usaha Ternak Sapi Perah

Penerimaan Usaha Ternak Sapi Perah

Penerimaan usaha ternak sapi perah dihitung berdasarkan hasil perkalian antara jumlah produksi susu dan dengan harga jual. Penerimaan berasal dari beberapa saluran pemasaran, yaitu KPS Bogor, loper, dan penjualan langsung kepada konsumen, dengan variasi harga antar saluran. Pada sistem terintegrasi, seluruh peternak memasarkan susu melalui KPS Bogor dengan rata-rata harga sebesar Rp7.803/liter, meskipun sebagian peternak juga menjual susu langsung kepada konsumen dengan harga Rp10.000/liter. Sementara itu, pada sistem konvensional, rata-rata harga jual susu melalui KPS Bogor lebih rendah, yaitu sebesar Rp7.228/liter. Peternak pada sistem konvensional lebih banyak menjual susu langsung kepada konsumen atau melalui loper dengan harga masing-masing sebesar Rp10.000/liter dan Rp7.692/liter. Perbedaan saluran pemasaran dan harga jual susu menyebabkan struktur penerimaan antara sistem terintegrasi dan konvensional menjadi berbeda. Sumber penerimaan terbesar pada sistem terintegrasi berasal dari penjualan susu ke KPS Bogor, sedangkan pada sistem konvensional berasal dari penjualan langsung kepada konsumen. Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata total penerimaan usaha ternak sapi perah pada sistem terintegrasi lebih tinggi, yaitu sebesar Rp12.969.621 dibandingkan sistem konvensional sebesar Rp11.493.462.

Biaya Usaha Ternak Sapi Perah

Analisis biaya dalam penelitian ini dihitung sebagai rata-rata biaya usaha ternak sapi perah per lima ekor sapi laktasi pada sistem terintegrasi dan konvensional. Biaya diklasifikasikan menjadi biaya tunai dan biaya diperhitungkan. Biaya tunai mencakup pakan, tenaga kerja luar keluarga (TKLK), listrik dan air, pelicin ambing, kesehatan ternak, serta transportasi. Pada sistem konvensional, biaya tunai juga mencakup pakan hijauan. Sementara itu, biaya diperhitungkan meliputi pakan hijauan pada sistem terintegrasi, limbah pasar pada sistem konvensional, tenaga kerja dalam keluarga (TKDK), sewa kandang, dan penyusutan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata biaya tunai pada sistem terintegrasi sebesar Rp4.952.948 dan biaya diperhitungkan sebesar Rp2.649.716. Pada sistem konvensional, biaya tunai lebih tinggi yaitu sebesar Rp6.333.077, sedangkan biaya diperhitungkan sebesar Rp2.227.068. Secara keseluruhan, total biaya usaha ternak sapi perah pada sistem konvensional lebih tinggi dibandingkan sistem terintegrasi. Komponen biaya terbesar berasal dari pakan, dengan proporsi sebesar 49,27% pada sistem terintegrasi dan 64,48% pada sistem konvensional. Tingginya proporsi biaya pakan menunjukkan bahwa efisiensi penggunaan pakan menjadi faktor kunci dalam menentukan struktur biaya usaha ternak sapi perah. Temuan ini konsisten dengan Faishal (2022) yang menyatakan bahwa pakan merupakan komponen biaya dominan dalam usaha ternak sapi perah.

Pada sistem terintegrasi, biaya hijauan termasuk ke dalam biaya diperhitungkan karena peternak memanfaatkan hijauan pakan ternak dari lahan milik sendiri sehingga tidak mengeluarkan biaya tunai secara langsung. Nilai biaya hijauan tersebut dihitung berdasarkan pendekatan harga pasar hijauan yang berlaku di lokasi penelitian. Selain itu, tenaga kerja pada sistem terintegrasi tidak hanya digunakan untuk kegiatan pemeliharaan ternak, tetapi juga untuk pengelolaan lahan hijauan pakan ternak. Kondisi tersebut menyebabkan nilai tenaga kerja pada sistem terintegrasi lebih tinggi dibandingkan sistem konvensional. Sementara itu, pada sistem konvensional peternak memperoleh hijauan dengan membeli dari luar sehingga tenaga kerja lebih difokuskan pada kegiatan pemeliharaan ternak. Hasil analisis biaya usaha ternak sapi perah disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Komponen biaya usaha ternak sapi perah pada sistem terintegrasi dan konvensional per lima ekor sapi laktasi

No	Uraian	Sistem Terintegrasi		Sistem Konvensional	
		Total Nilai (Rp)	Proporsi (%)	Total Nilai (Rp)	Proporsi (%)
A	Biaya Tunai				
	Pakan Hijauan (Kg)	0	0,00	2.059.615	24,06
	Pakan Konsentrat (Kg)	2.261.638	29,75	2.215.385	25,88
	Pakan Ampas Tahu (Kg)	1.166.438	15,34	1.205.769	14,09

No	Uraian	Sistem Terintegrasi		Sistem Konvensional	
		Total Nilai (Rp)	Proporsi (%)	Total Nilai (Rp)	Proporsi (%)
	TKLK (HOK)	1.148.276	15,10	571.154	6,67
	Listrik dan Air	35.000	0,46	25.000	0,29
	Pelicin Ambing (kg)	62.586	0,82	30.000	0,35
	Mineral (kg)	146.897	1,93	103.846	1,21
	Kesehatan Hewan	32.069	0,42	64.615	0,75
	Transportasi	100.000	1,32	57.692	0,76
	Total Biaya Tunai	4.952.948		6.333.077	
B	Biaya Diperhitungkan				
	Pakan Hijauan (Kg)	317.352	4,17	0	0,00
	Limbah Pasar (Kg)	0	0,00	39.000	0,46
	TKDK (HOK)	2.020.690	26,58	1.828.846	21,36
	Penyusutan Kandang	115.741	1,52	115.741	1,35
	Penyusutan Peralatan	74.406	0,98	35.148	0,41
	Sewa Kandang	121.528	1,60	208.333	2,43
	Total Biaya Diperhitungkan	2.649.716		2.227.068	
C	Total Biaya (A+B)	7.602.664		8.560.145	

Pendapatan Usaha Ternak Sapi Perah

Pendapatan usaha ternak sapi perah dihitung dari selisih antara total penerimaan dan biaya produksi. Pendapatan dibedakan menjadi pendapatan atas biaya tunai dan pendapatan atas biaya total. Hasil analisis ekonomi menunjukkan bahwa nilai rata-rata pendapatan atas biaya tunai pada sistem terintegrasi sebesar Rp8.106.672 sedangkan pendapatan atas biaya total sebesar Rp5.366.956. Pada sistem konvensional, pendapatan atas biaya tunai lebih rendah dibandingkan sistem terintegrasi, sedangkan pendapatan atas biaya total sebesar Rp2.933.317. Perbedaan tingkat pendapatan tersebut dipengaruhi oleh struktur biaya, di mana total biaya pada sistem konvensional lebih tinggi dibandingkan pada sistem terintegrasi, meskipun penerimaan relatif tidak berbeda jauh. Nilai R/C ratio atas biaya tunai masing-masing sebesar 2,62 pada sistem terintegrasi dan 1,81 pada sistem konvensional, sedangkan R/C ratio atas biaya total sebesar 1,71 dan 1,34. Nilai R/C ratio yang lebih besar dari satu menunjukkan bahwa usaha ternak sapi perah sistem terintegrasi dan konvensional layak dan menguntungkan secara ekonomi. Hasil analisis, disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kinerja ekonomi usaha ternak sapi perah pada sistem terintegrasi dan konvensional

No	Uraian	Sistem Terintegrasi	Sistem Konvensional
		Nilai (Rp)	Nilai (Rp)
A	Penerimaan tunai	12.969.621	11.493.462
B	Biaya tunai	4.952.948	6.333.077
C	Biaya diperhitungkan	2.649.716	2.227.068
D	Biaya total (B+C)	7.602.664	8.560.145
E	Pendapatan atas biaya tunai (A-B)	8.016.672	5.160.385
F	Pendapatan atas biaya total (A-D)	5.366.956	2.933.317
G	R/C atas biaya tunai (A/B)	2,62	1,81
H	R/C atas biaya total (A/D)	1,71	1,34

Usaha ternak sapi perah pada sistem konvensional masih layak dijalankan, namun pendapatan yang diperoleh belum mencukupi untuk mencapai tingkat kesejahteraan peternak. Hal ini dipengaruhi oleh tingginya biaya produksi, terutama biaya pakan hijauan yang harus dibeli, berbeda dengan sistem terintegrasi yang tidak mengeluarkan biaya pakan. Melalui simulasi peningkatan skala usaha dari 5 menjadi 10 ekor sapi laktasi, pendapatan pada sistem konvensional meningkat menjadi Rp8.072.166 dan telah

melampaui UMK Kota Bogor tahun 2025. Sementara itu, peternak pada sistem terintegrasi telah mencapai kesejahteraan dengan 5 ekor sapi laktasi karena pendapatannya sudah melebihi UMK Kabupaten Bogor sebesar Rp4.877.211. Dengan demikian, skala usaha berpengaruh terhadap tingkat kesejahteraan peternak, sehingga peningkatan jumlah sapi laktasi dapat menjadi upaya untuk meningkatkan pendapatan pada sistem konvensional, disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Analisis pendapatan usaha ternak sapi perah pada sistem terintegrasi dan konvensional

No	Uraian	Sistem Terintegrasi	Sistem Konvensional
		Nilai (Rp)	Nilai (Rp)
A	Penerimaan tunai	25.841.069	22.623.462
B	Biaya tunai	8.615.552	11.961.154
C	Biaya diperhitungkan	3.208.038	2.590.142
D	Biaya total (B+C)	11.823.590	14.551.296
E	Pendapatan atas biaya tunai (A-B)	17.225.517	10.662.308
F	Pendapatan atas biaya total (A-D)	14.017.417	8.072.166
G	R/C atas biaya tunai (A/B)	3,00	1,89
H	R/C atas biaya total (A/D)	2,19	1,55

Analisis Efisiensi Teknis, Alokatif, dan Ekonomi Usaha Ternak Sapi Perah

Analisis Efisiensi Teknis

Efisiensi teknis usaha ternak sapi perah dianalisis menggunakan model fungsi produksi *Stochastic Frontier* dengan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Berikut sebaran nilai efisiensi teknis usaha ternak sapi perah, terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Analisis efisiensi teknis usaha ternak sapi perah pada sistem terintegrasi dan konvensional

Sebaran Efisiensi	Sistem Terintegrasi		Sistem Konvensional	
	Peternak (orang)	Persentase (%)	Peternak (orang)	Persentase (%)
0,41≤ET≤0,50	0	0	2	7,69
0,51≤ET≤0,60	0	0	0	0
0,61≤ET≤0,70	0	0	2	7,69
0,71≤ET≤0,80	5	17,24	0	0
0,81≤ET≤0,90	9	31,03	4	15,38
0,91≤ET≤1,00	15	51,72	18	69,23
Total	29	100	26	100
Rata-rata	0,88		0,87	
Minimum	0,71		0,48	
Maksimum	0,96		0,96	

Tabel 5 menunjukkan bahwa rata-rata efisiensi teknis usaha ternak sapi perah pada sistem terintegrasi sebesar 0,88, sedangkan pada sistem konvensional sebesar 0,87. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kedua sistem usaha ternak telah mencapai tingkat efisiensi teknis yang relatif tinggi ($\geq 0,70$). Meskipun demikian, masih terdapat peluang untuk meningkatkan produksi agar mencapai tingkat efisiensi teknis maksimal. Perbedaan tingkat efisiensi antar peternakan dapat disebabkan oleh perbedaan dalam penggunaan input produksi dan manajemen usaha ternak (Sudrajat 2019).

Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Inefisiensi Teknis Usaha Ternak Sapi Perah

Faktor-faktor yang memengaruhi inefisiensi teknis dianalisis menggunakan *stochastic frontier* dengan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE), disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Estimasi parameter faktor-faktor yang memengaruhi inefisiensi teknis pada sistem terintegrasi dan konvensional

Variabel	Koefisien	Standar Error	t-hitung
Konstanta	2,687	1,806	1,488
Usia peternak (Z_1)	0,662	0,812	0,816
Pendidikan peternak (Z_2)	0,030	0,255	0,118
Pengalaman beternak (Z_3)	-1,231	0,144	-1,211
<i>Sigma-squared</i>	0,215		
<i>Gamma</i>	0,909		

Keterangan: *signifikan pada taraf nyata 0,05

Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai *sigma-squared* sebesar 0,215 mengindikasikan adanya variasi dalam komponen error pada model fungsi produksi *stochastic frontier*. Nilai gamma sebesar 0,909 menunjukkan bahwa 90,09% variasi residual pada model tersebut disebabkan oleh inefisiensi teknis, sedangkan sisanya berasal dari *random error* (v_i).

a. Usia Peternak (Z_1)

Variabel usia peternak tidak berpengaruh signifikan terhadap inefisiensi teknis pada taraf nyata 5%. Koefisien variabel bernilai positif sebesar 0,662 yang menunjukkan bahwa peningkatan usia cenderung meningkatkan inefisiensi teknis, meskipun tidak signifikan secara statistik. Hasil ini sejalan dengan Priambodo (2024) yang juga menemukan bahwa usia peternak tidak berpengaruh signifikan terhadap inefisiensi teknis dengan tanda hubungan yang positif.

b. Pendidikan Peternak (Z_2)

Variabel pendidikan peternak tidak berpengaruh signifikan terhadap inefisiensi teknis pada taraf nyata 5%. Koefisien variabel positif sebesar 0,030 yang menunjukkan bahwa peningkatan tingkat pendidikan cenderung meningkatkan inefisiensi teknis, meskipun tidak signifikan secara statistik. Hasil ini sejalan dengan Fauzan (2020) yang juga menemukan bahwa pendidikan peternak tidak berpengaruh signifikan terhadap inefisiensi teknis dengan arah hubungan positif.

c. Pengalaman Beternak (Z_3)

Variabel pengalaman beternak tidak berpengaruh signifikan terhadap inefisiensi teknis pada taraf nyata 5%. Koefisien variabel bernilai negatif sebesar -1,231 yang menunjukkan bahwa peningkatan pengalaman beternak cenderung menurunkan tingkat inefisiensi teknis, meskipun tidak signifikan secara statistik. Hasil ini sejalan dengan Rouf dan Munawaroh (2016) yang juga menemukan bahwa variabel pengalaman beternak tidak berpengaruh signifikan terhadap inefisiensi teknis dengan tanda hubungan yang negatif.

Analisis Tingkat Efisiensi Alokatif

Efisiensi alokatif menggambarkan kemampuan peternak dalam mengalokasikan input secara optimal untuk meminimalkan biaya produksi dan mencapai tingkat *output* yang diinginkan, disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Analisis efisiensi alokatif usaha ternak sapi perah pada sistem terintegrasi dan konvensional

Sebaran Efisiensi	Sistem Terintegrasi		Sistem Konvensional	
	Peternak (orang)	Persentase (%)	Peternak (orang)	Persentase (%)
$0,61 \leq EA \leq 0,70$	0	0,00	11	42,31
$0,71 \leq EA \leq 0,80$	3	10,34	11	42,31
$0,81 \leq EA \leq 0,90$	19	65,52	0	0,00
$0,91 \leq EA \leq 1,00$	4	13,17	1	3,85
$ET > 1,00$	3	10,34	3	11,54
Total	29	100	26	100
Rata-rata	0,88		0,77	
Minimum	0,73		0,68	
Maksimum	1,07		1,33	

Tabel 7 menunjukkan bahwa rata-rata efisiensi alokatif usaha ternak sapi perah pada sistem terintegrasi sebesar 0,88, sedangkan pada sistem konvensional sebesar 0,77. Nilai tersebut lebih besar dari

0,70, sehingga menunjukkan bahwa, kedua sistem usaha ternak secara umum sudah cukup efisien secara alokatif. Namun, tingkat efisiensi alokatif pada sistem terintegrasi lebih tinggi dibandingkan sistem konvensional. Nilai efisiensi alokatif yang belum optimal menunjukkan bahwa sebagian peternak masih belum mengalokasikan penggunaan input produksi secara efisien. Astuty (2024) menyatakan bahwa petani atau peternak yang belum efisien secara alokatif cenderung mengeluarkan biaya input produksi yang terlalu besar sehingga perlu dilakukan pengurangan biaya untuk mencapai keuntungan maksimum.

Perbedaan efisiensi alokatif antara sistem terintegrasi dan konvensional dipengaruhi oleh perbedaan sistem pengelolaan usaha ternak. Peternak pada sistem terintegrasi telah didukung oleh ketersediaan lahan hijauan pakan ternak sehingga kebutuhan pakan dapat dipenuhi secara mandiri dan biaya produksi dapat ditekan. Sebaliknya, peternak pada sistem konvensional tidak memiliki lahan hijauan pakan ternak sehingga harus membeli hijauan dari luar, yang menyebabkan biaya produksi menjadi lebih tinggi dan berkontribusi terhadap nilai efisiensi alokatif yang lebih rendah. Pakan merupakan komponen biaya terbesar dalam usaha ternak sapi perah (Faishal, 2022). Mayasari dan Ismiraj (2019) juga menyatakan bahwa sekitar 60-70 persen biaya produksi usaha ternak sapi perah berasal dari pakan. Pada sistem terintegrasi maupun konvensional, pakan konsentrat menjadi komponen biaya terbesar dalam struktur biaya produksi. Oleh karena itu, penggunaan pakan konsentrat perlu diperhatikan agar penggunaan input produksi menjadi lebih efisien. Peternak perlu lebih selektif dalam memilih jenis pakan konsentrat dengan mempertimbangkan keseimbangan antara harga yang terjangkau dan kualitas nutrisi yang optimal untuk mendukung produktivitas ternak.

Analisis Tingkat Efisiensi Ekonomi

Efisiensi ekonomi merupakan kombinasi antara efisiensi teknis dan efisiensi alokatif. Analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis fungsi biaya dual *frontier*, disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Analisis efisiensi ekonomi usaha ternak sapi perah pada sistem terintegrasi dan konvensional

Sebaran Efisiensi	Sistem Terintegrasi		Sistem Konvensional	
	Peternak (orang)	Persentase (%)	Peternak (orang)	Persentase (%)
$0,61 \leq EE \leq 0,70$	1	3,45	26	100
$0,71 \leq EE \leq 0,80$	28	96,55	0	0
Total	29	100	26	100
Rata-rata	0,77		0,68	
Minimum	0,66		0,65	
Maksimum	0,80		0,69	

Tabel 8 menunjukkan bahwa rata-rata efisiensi ekonomi usaha ternak sapi perah pada sistem terintegrasi sebesar 0,77, sedangkan pada sistem konvensional sebesar 0,68. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa usaha ternak sapi perah pada sistem terintegrasi telah mencapai tingkat efisiensi ekonomi yang relatif baik ($\geq 0,70$). Sementara itu, usaha ternak sapi perah pada sistem konvensional memiliki tingkat efisiensi ekonomi yang masih rendah ($< 0,70$) yang berarti belum efisien secara ekonomi.

Perbedaan tingkat efisiensi ekonomi antara kedua sistem usaha ternak menunjukkan bahwa kombinasi antara kemampuan peternak dalam memanfaatkan input secara teknis dan mengalokasikan input dengan biaya yang efisien belum sepenuhnya optimal pada sistem konvensional. Tingginya biaya produksi, terutama biaya pembelian hijauan pakan ternak, menjadi salah satu faktor yang menyebabkan efisiensi ekonomi pada sistem konvensional lebih rendah dibandingkan sistem terintegrasi. Sebaliknya, peternak pada sistem terintegrasi mampu menekan biaya produksi melalui pemanfaatan hijauan pakan ternak dari lahan milik sendiri sehingga penggunaan input menjadi lebih efisien secara ekonomi. Efisiensi ekonomi yang belum optimal pada sistem konvensional juga dipengaruhi oleh tingkat efisiensi alokatif yang masih lebih rendah dibandingkan sistem terintegrasi. Astuty (2024) menyatakan bahwa rendahnya efisiensi alokatif menyebabkan peternak belum mampu mencapai keuntungan maksimum. Dengan demikian, peningkatan efisiensi ekonomi usaha ternak sapi perah dapat dilakukan melalui optimalisasi penggunaan input produksi, terutama pada komponen biaya pakan yang merupakan biaya terbesar dalam usaha ternak sapi perah.

SIMPULAN

Faktor-faktor yang berpengaruh positif dan signifikan terhadap produksi susu sapi perah pada sistem terintegrasi dan konvensional adalah pakan hijauan, konsentrat, ampas tahu dan tenaga kerja. Variabel *dummy* sistem peternakan berpengaruh positif namun tidak signifikan. Biaya usaha ternak pada sistem konvensional lebih tinggi dibandingkan sistem terintegrasi. Usaha ternak sapi perah pada kedua sistem menguntungkan dengan R/C ratio > 1, namun kesejahteraan peternak pada sistem konvensional belum tercapai. Berdasarkan standar Upah Minimum Kota (UMK) Bogor, kesejahteraan peternak pada sistem konvensional baru dapat terpenuhi jika memiliki 10 ekor sapi laktasi. Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata efisiensi teknis dan alokatif pada kedua sistem usaha ternak telah mencapai nilai $\geq 0,70$, sehingga usaha ternak sapi perah dapat dikategorikan cukup efisien. Rata-rata efisiensi alokatif pada sistem terintegrasi lebih tinggi dibandingkan sistem konvensional. Secara ekonomi, usaha ternak sapi perah sistem terintegrasi telah mencapai efisiensi ekonomi $\geq 0,70$, sedangkan sistem konvensional masih belum efisien secara ekonomi ($< 0,70$). Peningkatan efisiensi usaha ternak sapi perah pada kedua sistem dapat dilakukan melalui optimalisasi penggunaan input produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Amam, A., & Harsita, P. A. (2019). Tiga pilar usaha ternak: Breeding, feeding, and management.
- Asmara, A., Purnamadewi, Y. L., & Lubis, D. (2016). Keragaan produksi susu dan efisiensi usaha peternakan sapi perah rakyat di Indonesia. *Jurnal Manajemen dan Agribisnis*, 13(1), 112606.
- Astuty, D., & Hidayat, N. K. (2024). Analisis Efisiensi Produksi Usahatani Ubi Jalar di Desa Cihideung Ilir Kecamatan Ciampea Kabupaten Bogor.
- Baharuddin, M. R., Hidayati, G. S., & Amir, B. (2019). Pemberdayaan masyarakat marannu melalui pertanian dan peternakan terintegrasi dalam rangka mewujudkan kabupaten pinrang sebagai poros utama pemenuhan pangan nasional. *Caradde*, 1(2), 99-104.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. (2025). Produk Domestik Bruto Atas Dasar Harga Konstan 2010 Menurut Lapangan (Milyar Rupiah).
- [BPS] Badan Pusat Statistik. (2025). Populasi Sapi Perah menurut Provinsi (Ekor). Jakarta (ID): BPS.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. (2025). Produksi Susu Segar Menurut Provinsi (ton). Jakarta (ID): BPS.
- Coelli T, Rao, D.S.P., Battese G.E. (1998). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Boston: Kluwer Academic Publisher.
- Debertin, D.L. (1986). *Agricultural Production Economics*. Macmillan Publishing Company, New York.
- Faishal, M. M., Susilorini, T. E., & Sudarwati, H. (2022). Performa Produksi Sapi Perah yang Diberikan Konsentrat dengan Tambahan Tepung Biji Kurma (*Phoenix dactylifera* L.) pada Berbagai Level. In *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian* (Vol. 3, No. 1, pp. 502-511).
- Fauzan, M. (2020). Profitabilitas dan efisiensi usaha ternak sapi perah di Kabupaten Sleman. *Agric*, 32(2), 173-188. <https://doi.org/10.24246/agric.2020.v32.i2.p173-188>.
- Firlia, M. (2017). Analisis Risiko Produksi Susu Sapi Perah di CV Waluya Wijaya Farm Kecamatan Babakan Madang Kabupaten Bogor.
- Hayati, N., Rahmawati, S., Made, U., Maksum, H., Lasmini, S. A., & Rosmini, R. (2021). Pemberdayaan Masyarakat Melalui Penerapan Teknik Integrasi Tanaman-Ternak Berbasis Zero Waste Agriculture. *Dinamisia: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1).
- Jondrow, J., Lovell, C. K., Materov, I. S., & Schmidt, P. (1982). On the estimation of technical inefficiency in the stochastic frontier production function model. *Journal of econometrics*, 19(2-3), 233-238.
- Kadir, M. J. (2020). Analisis pendapatan sistem pertanian terpadu integrasi padi-ternak sapi di Kelurahan Tatae Kecamatan Duampanua Kabupaten Pinrang. *Jurnal Ilmu dan Industri Peternakan*, 6(1), 42-56.
- [KEMENTAN] Kementerian Pertanian. (2025). Kementan kejar percepatan produksi susu segar nasional, kurangi ketergantungan impor. Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, Jakarta. [diakses Juni 2026]. <https://ditjenpkh.pertanian.go.id/berita/kementan-kejar-percepatan-produksi-susu-segar-nasional-kurangi-ketergantungan-impor>.
- Malau, L. R. E., & Winandi, R. (2017). Pendapatan Usahaternak Sapi Perah Anggota KPS Bogor (Kasus:

- Kunak Cibungbulang dan Kelurahan Kebon Pedes). In *Forum Agribisnis* (Vol. 7, No. 1, pp. 67-84). Bogor Agricultural University.
- Mayasari, N., & Ismiraj, M. R. (2019). Introduksi Pemanfaatan legum *Indigofera zollingeriana* sebagai pengganti sebagian konsentrat pada sapi potong di kelompok peternak putra nusa, desa kondangdjaja, Kecamatan Cijulang, Kabupaten Pangandaran. *Dharmakarya: Jurnal Aplikasi Ipteks untuk Masyarakat*, 8(2), 105-110.
- Osak, R. E., Hartono, B., Fanani, Z., & Utami, H. D. (2015). Profil sistem integrasi usaha sapi perah dengan tanaman hortikultura di Nongkojajar Kecamatan Tukur Kabupaten Pasuruan. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 25(2), 49-61.
- Priambodo, F. A., & Syaukat, Y. (2024). Analisis Pendapatan dan Efisiensi Produksi Usaha Peternakan Sapi Perah di Kecamatan Baturraden Kabupaten Banyumas.
- Rouf, A. A. (2016). Analisis efisiensi teknis dan faktor penentu inefisiensi usaha penggemukan sapi potong di Kabupaten Gorontalo. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*.
- Rusdiana, S., & Praharani, L. (2020). Analisis Usaha Sapi Perah Kembar di Kecamatan Lembang Kabupaten Bandung Jawa Barat. *Jurnal Veteriner*, 21(2).
- Simamora, J. M. P., & Zebua, D. D. N. (2022). Faktor-faktor yang mempengaruhi produksi susu sapi perah di Desa Samirono Kecamatan Getasan. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agroinfo Galuh*, 9(2), 471-480.
- Soekartawi. (1990). Teori ekonomi produksi dengan pokok bahasan analisis fungsi Cobb-Douglas. Jakarta: Penerbit CV Rajawali.
- Sudrajat, G. (2019). *Efisiensi teknis dan kesenjangan teknologi usaha ternak sapi potong di Indonesia* (Doctoral dissertation, Bogor Agricultural University (IPB)).
- Utama, R. A., Rohmah, A. N., & Rahman, R. Y. (2024). Analisis biaya dan pendapatan peternakan sapi perah Rembangan Dairy Farm. *Wiratani: Jurnal Ilmiah Agribisnis*, 7(2), 97-106.
- Virginaura, F. A., Ekowati, T., & Setiawan, H. (2024). Analisis Faktor-faktor yang Memengaruhi Produksi Susu Sapi Perah pada Kelompok Tani Ternak di Kecamatan Gunungpati Kota Semarang. *Mimbar Agribisnis: Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*, 10(2), 2375-2384.
- Wijaksana, G., Safri, M., & Parmadi, P. (2017). Kontribusi dan elastisitas subsektor dalam sektor pertanian di Kabupaten Tebo. *Jurnal Paradigma Ekonomika*, 12(2), 77-86.
- Yusuf, M., Rahayu, M., Nursan, M., FR, A. F. U., Septiadi, D., & Suparyana, P. K. (2022). Pemberdayaan Ekonomi Masyarakat Tani Lahana Kering Melalui Pengembangan Usahatani Terpadu Berbasis Ternak Sapi Bali di Desa Selengan Kecamatan Kayangan Kabupaten Lombok Utara. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 5(3), 116-124.