

## PENDEKATAN STOCHASTIC FRONTIER ANALYSIS (SFA) DAN DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA): SEBUAH KOMPARASI METODE PENGUKURAN EFISIENSI

Rosihan Asmara<sup>(1)</sup>, Nuhfil Hanani<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup> Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya

<sup>(1)</sup>email: rosihan@ub.ac.id

<sup>(2)</sup>email: nuhfil.fp@ub.ac.id

### PENDAHULUAN

Permasalahan efisiensi secara umum dapat dianalisis melalui pendekatan parametrik dan non parametrik. Pada pendekatan parametrik, memerlukan asumsi yang ketat terhadap bentuk fungsional yang spesifik. Hal ini diperlukan untuk menjamin dipenuhinya asumsi-asumsi klasik pada masalah estimasi data (Ya Wu, 2011). Lebih lanjut Ray, S.C (2004) menjelaskan bahwa keharusan untuk mengasumsikan bentuk fungsional yang mendasari teknologi dan distribusi inefisiensi, membuat metode parametrik kurang fleksibel, sehingga pendekatan nonparametrik yang tidak memerlukan bentuk fungsional secara eksplisit menjadi pendekatan yang baik dalam menggambarkan data secara riil. Namun demikian, terdapat kelemahan dari pendekatan nonparametrik, yaitu metode tersebut hanya berfokus pada optimasi teknis tetapi mengabaikan optimasi ekonomi. Kelemahan dari pendekatan non parametrik yang lain adalah tidak memiliki cara spesifik untuk mendapatkan kesimpulan dari uji statistik pada estimasi parameter deterministik seperti pada prosedur stokastik.

Pendekatan parametrik dan non parametrik didasari pada ketidakberhasilan petani dalam mencapai tingkat produksi yang maksimum untuk setiap input tertentu. Yotopoulos dan Nugent, 1976, berpendapat bahwa seorang petani lebih efisien secara teknis dari pada petani lainnya jika penggunaan input yang sama mampu menghasilkan produksi yang lebih tinggi dibandingkan dengan petani lainnya, atau pada tingkat produksi yang sama menggunakan input yang lebih rendah dibandingkan dengan petani lainnya. Perbedaan produktifitas tersebut umumnya karena adanya perbedaan “teknologi” yang digunakan. Oleh karena itu, penelitian ini berusaha menganalisis kemampuan pendekatan parametrik menggunakan Stochastic Frontier Analysis (SFA) dan Data Envelopment Analysis (DEA) dalam mengukur efisiensi teknis

### METODOLOGI

Penelitian dilakukan pada sentra produksi padi Provinsi Jawa Timur yaitu kabupaten Jember. Lokasi ditentukan secara *purposive* di Desa Bangsalsari yang merupakan daerah sentra padi. Sample petani dilakukan dengan menggunakan metode *Simple Random Sampling* yang jumlahnya dihitung menggunakan rumus *slovin*.

Dalam rangka mencari efisiensi teknis, maka dilakukan dengan menggunakan dua pendekatan, yakni : (1) Analisis Frontier Stochastic (SFA) dan (2) Data Envelopment Analysis (DEA). Dalam operasional pendekatan SFA, fungsi produksi dalam penelitian ini mengacu pada pendekatan Aigner, et al. (1977.). Fungsi produksi yang digunakan berbentuk fungsi Cobb Douglas.

$$\ln Y_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^4 \beta_j \ln X_{ij} + v_i - u_i \quad \dots (1)$$



Dimana  $Y$  adalah jumlah produksi padi pada sample petani ke  $i$ ,  $X_{ij}$  adalah vector input jeni  $j$  pada petani ke  $i$ , yang meliputi benih, pupuk, pestisida, tenaga kerja.  $\beta_j$  menyajikan parameter yang akan disestimasi.  $V$  adalah variabel random yang diasumsikan  $N \sim (0, \delta^2 V)$ , menunjukkan factor eror dari efek stochastic yang tidak bisa dikontrol petani.  $U$  variabel random a non-negative random yang menunjukkan inefficiency teknis dari usahatani (Coelli et al., 2005).  $U$  diasumsikan independent dar  $V$ . Parameter  $\sigma_u^2$  dan  $\sigma_v^2$  disajikan dalam bentuk parameter (Battese and Corra 1977):  $\sigma_u^2 + \sigma_v^2 = \sigma^2$ ;  $\gamma = : \sigma_u^2 / (\sigma_u^2 + \sigma_v^2)$ ;  $\lambda = \sigma_u / \sigma_v (>0)$ . Parameter  $\gamma$  terletak dari 0 sampai 1. Nilai 1 menunjukkan bahwa semjua penyimpangan karna murni factor efisiensi teknis antar petani.

Estimasi parameter dilakukan dengan menggunakan metode estimasi MLE (Maximum Likelihood Estimate).

Pengukuran tingkat efisiensi teknis (TE) dalam penelitian ini dilakukan melalui perhitungan sebagai berikut:

$$TE_i = \frac{y_i}{y_i^*} = \frac{\exp(x_i \beta + v_i - u_i)}{\exp(x_i \beta + v_i)} = \exp(-u_i) \dots \dots \dots (2).$$

Dimana  $y_i$  adalah produksi aktual dari pengamatan,  $y_i^*$  adalah dugaan produksi frontier yang diperoleh dari fungsi produksi frontier stokastik

Analisis menggunakan Data Envelopment Analysis (DEA). digunakan untuk melihat efisiensi antar petani dan juga melihat efisiensi di seluruh perusahaan. Untuk menentukan efisiensi teknis untuk petani ke  $i$ , maka program liner yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} & \text{Maximize } \theta \lambda \\ & \text{Subject to:} \\ & -\theta y_i + Y \lambda \geq 0 \\ & X_i - X \lambda \geq 0 \\ & N1' \lambda = 1 \\ & \lambda \geq 0 \dots \dots \dots (3) \end{aligned}$$

Dimana  $\theta$  adalah skor efisiensi teknis (TE) ,  $y_i$  adalah jumlah produksi padi dari petani ke  $I$ ,  $x_i$  adalah vektor  $N \times 1$  dari jumlah input produksi untuk petani ke  $i$  ,  $Y$  adalah vektor  $1 \times M$  untuk produksi,  $N$  adalah matrik  $N \times M$  dari jumlah input produksi yang digunakan,  $\lambda$  adalah vektor  $M \times 1$  dari pembobot dan  $\theta$  adalah skalar. Efisiensi teknis diketahui dengan pendekatan CRS (constant return to scale), dan VRS variable return to scale (VRS) akan diketahui efisiensi skala usaha. Sedangkan efisiensi usaha (SU) diperoleh dari :

$$SU_i = \theta_i^{CRS} / \theta_i^{VRS} \dots \dots \dots (4)$$

Faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi teknis yang diperoleh melalui SFA dan DEA dianalisis dengan regresi yang diestimasi dengan model Tobit.

$$TE = u_i = \alpha_0 + \sum_{j=1}^{10} \alpha_j Z_{ij} \dots \dots (5)$$

Dimana, TE tingkat efisiensi teknis, sedangkan  $Z_{ij}$  adalah faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi teknis yang terdiri dari 10 variabel yakni : jenis kelamin pengelola , umur, jenis kelamin petani, pendidikan, jumlah keluarga, luas lahan, jenis lahan, status penguasaan lahan, varietas, frekuensi penyuluhan, demplot usahatani.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil estimasi fungsi produksi frontier padi ditunjukkan dalam Tabel 1. Faktor produksi yang berpengaruh nyata terhadap produksi jagung pada adalah benih, pupuk,



pestisida, sedangkan tenaga kerja tidak berpengaruh nyata. Tidak nyata variabel tenaga kerja menunjukkan bahwa penggunaan tenaga pada usahatani padi telah berlebihan. Hal ini dikarenakan banyaknya tenaga kerja dipedesaan sementara kesempatan di luar sector pertanian sangat terbatas.

Tabel 1. Estimasi Fungsi Produksi *Cobb-Douglas Stochastic Frontier* Padi

Peubah	Koefisien	Standard-error	t-hitung
Intersep	7.177	0.553	12.971
X <sub>1</sub> (Benih)	0.194	0.076	2.539*
X <sub>2</sub> (Pupuk )	0.187	0.064	2.925*
X <sub>3</sub> ((Pestisida))	0.070	0.031	2.265*
X <sub>4</sub> (Tenaga Kerja)	-0.059	0.042	-1.417
Sigma-squared	0.055	0.014	3.849
Gamma	0.939	0.048	19.378
Log Likelihood Function	15.9		
LR test	2.53		
Keterangan * nyata pada $\alpha = 0.05$			

Efisiensi teknis (TE) setiap petani dengan pendekatan parametrik yakni melalui SFA dicari dengan persamaan (2) dan pendekatan DEA dengan persamaan (3), hasilnya secara rata-rata disajikan dalam Tabel 2. Sedangkan distribusi tingkat efisiensi antar petani disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 2. Rata-rata Efficiency pada usahatani Padi

Model	Efficiency	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
DEA	Overall technical efficiency (CRSTE)	0.42	1.00	0.81	0.15
	Pure technical Efficiency (VRSTE)	0.59	1.00	0.87	0.13
	Scale efficiency (SE)	0.46	1.00	0.93	0.11
SFA	Pure technical Efficiency	0.45	0.98	0.85	0.10

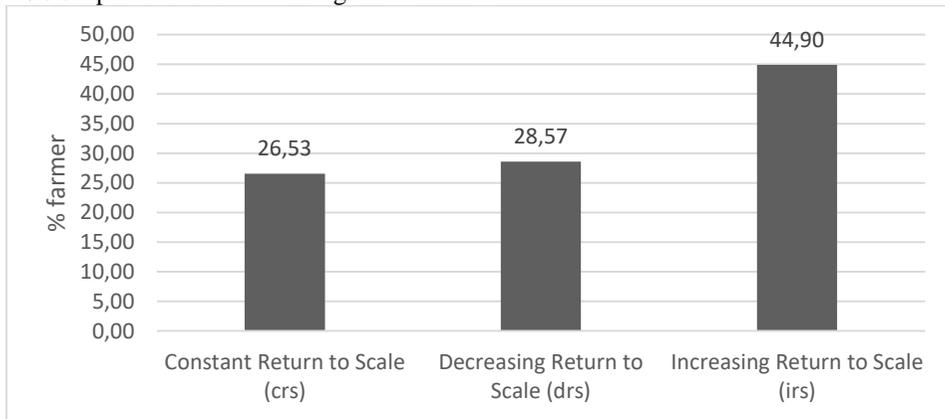
Rata-rata efisiensi teknis yang diperoleh dengan pendekatan SFA adalah 0.85 dan berdasarkan pendekatan DEA adalah 0.87, sedangkan efisiensi skala yang dicapai adalah 0.93. Berdasarkan capaian petani dengan pendekatan DEA, diperoleh bahwa hanya 61 % petani yang mencapai efisiensi teknik dan 75 % yang mencapai efisiensi skala. Sedangkan dengan pendekatan SFA hanya 42 % ang mencapai efisiensi teknis lebih dari 0.90

Tabel 3. Distribusi Efisiensi Teknis Pendekatan DEA dan SFA

Efficiency Level	DEA			SFA
	Overall technical efficiency (CRSTE)	Pure technical Efficiency (VRSTE)	Scale efficiency (SE)	Pure technical Efficiency
0 -0.50	2.041	2.041	2.041	2.041
0.51-0.60	4.082	0.000	0.000	0.000
0.61-0.70	24.490	2.041	4.082	6.122
0.71-0.80	20.408	6.122	6.122	14.286
0.81-0.90	16.327	12.245	12.245	34.694
0.90-1.00	32.653	61.224	75.510	42.857

Ditinjau dari production scale yang menunjukkan pada daerah mana petani beroperasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hanya 26. % petani yang berada Constant

return to scale (crs) artinya optimal scale, 28,57 % berada pada decreasing return to scale, dan 44,90 % pada kondisi increasing return to scale.



Gambar 1. Distribution of Scale Operation

Secara umum petani padi yang tidak efisien secara teknis karena umumnya penggunaan inputnya berlebih. Hasil analisis DEA menunjukkan tidak terpenuhinya nilai nol pada *slack* untuk semua variabel yang digunakan pada sebagian petani. Penggunaan benih, pupuk, pestisida dan penggunaan tenaga kerja umumnya digunakan oleh petani secara berlebihan (Tabel 2).

Tabel 4. Nilai Slack dari input Produksi Usahatani Jagung

Sarana Produksi	Rata-rata Slack	Frekuensi Petani berlebih
Benih (kg)	1.766	10.204
Pupuk (kg)	15.688	16.327
Pestisida (lt)	0.35	34.694
Tenaga Kerja (man/day)	92.668	40.816

Faktor yang mempengaruhi efisiensi teknis dalam penelitian ini dicoba diperbandingkan antara SFA dan DEA. Nilai TE pada pendekatan SFA mempunyai variasi nilai yang mampu dijelaskan dari perubahan independennya dibandingkan DEA. Di samping itu nilai parameter pada model SFA terdapat 3 variabel yang berpengaruh, sedangkan pada model DEA tidak ada yang berpengaruh. Oleh karena itu interpretasi hasil dalam penelitian ini menggunakan pendekatan SFA (Tabel 5). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada variabel karakteristik petani yang mempengaruhi TE. Faktor yang mempengaruhi TE adalah jenis benih unggul, frekuensi penyuluhan, dan adanya demonstrasi plot. Oleh karena itu usaha-usaha meningkatkan efisiensi teknis usahatani padi dapat dilakukan dengan instrument ini.

Tabel 5. Faktor yang Mempengaruhi Efisiensi Teknis (TE) Usahatani Padi

Variabel	SFA				DEA			
	Coef.	Std. Err.	t	P>t	Coef.	Std. Err.	t	P>t
Intercept	0.6288	0.0513	12.25	0.000	0.7188	0.1059	6.79	0.000
Umur	0.0007	0.0007	0.92	0.365	0.0015	0.0015	1.04	0.304
Kelamin	0.0003	0.0237	0.01	0.989	0.0038	0.0492	0.08	0.939
Pendidikan	-0.0008	0.0025	-0.31	0.756	*0.0091	0.0052	1.77	0.085
Pekerjaan	0.0040	0.0096	0.41	0.683	0.0273	0.0198	1.38	0.177
Art	0.0057	0.0075	0.77	0.446	0.0003	0.0154	0.02	0.985

Luas areal	*0.0171	0.0112	1.52	0.137	0.0204	0.0232	0.88	0.383
Pemilikan	-0.0088	0.0199	-0.44	0.661	-0.0555	0.0410	-1.35	0.184
Varietas	***0.0862	0.0233	3.71	0.001	-0.0149	0.0479	-0.31	0.757
Penyuluhan	***0.0297	0.0068	4.38	0.000	-0.0068	0.0140	-0.48	0.631
Demplot	**0.0504	0.0200	2.52	0.016	0.0360	0.0412	0.87	0.387
Sigma Squared	0.0562	0.0058			0.1158	0.0119		
Log likelihood				68.1476				33.9661
LR chi2(10)				60.03				13.64
Prob > chi2				0.000				0.1902
*	= berbeda nyata pada taraf kepercayaan 90 persen atau $t_{tabel} = 1.6794$							
**	= berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95 persen atau $t_{tabel} = 2.0141$							
***	= berbeda nyata pada taraf kepercayaan 99 persen atau $t_{tabel} = 2.6896$							

## KESIMPULAN

Hasil pendugaan fungsi produksi menunjukkan bahwa input yang berpengaruh secara signifikan pada taraf 95% terhadap produksi padi adalah input benih pupuk dan pestisida. Efisiensi teknis pendekatan SFA diperoleh rata-rata sebesar 0,85. Sedangkan dengan pendekatan non parametrik DEA diperoleh nilai 0,93. Distribusi nilai TE pada SFA lebih merata dibandingkan dengan DEA, dimana pada DEA lebih banyak petani pada TE antara 0,90 – 1,00. Keadaan ini mengindikasikan bahwa pendekatan SFA lebih bisa digunakan untuk meningkatkan efisiensi usahatani padi di Indonesia. Faktor karakteristik petani yang mempengaruhi TE adalah pendidikan, luas areal taman, varitas, penyuluhan dan demplot. Namun demikian SFA menghasilkan lebih banyak karakteristik yang mempengaruhi TE.

Metode Stochastic Frontier memiliki keterbatasan dalam menaksir nilai inefisiensi masing-masing input yang digunakan oleh petani dibandingkan dengan metode DEA. Namun demikian metode SFA dapat menggambarkan keragaman data sehingga nilai efisiensi yang diperoleh adalah nilai efisiensi absolut tiap petani, sedangkan dalam metode DEA nilai efisiensi yang diperoleh adalah nilai efisiensi yang relative terhadap petani lain yang paling efisien. Dalam menaksir nilai efisiensi, SFA membutuhkan model fungsi produksi teknis. Hal ini membutuhkan banyak asumsi yang harus dipenuhi agar fungsi produksi memenuhi kaidah dalam asumsi klasik yaitu BLUE (*Best Linear Unbiased Estimator*). Sedangkan metode DEA tidak diperlukan model fungsi produksi teknis dalam menaksir efisiensi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aigner, .D.J, and S.F. Chu. 1968. On Estimation the Industry Production Function. *American Economic Review*, 58(4): 826-839.
- Areerat, T., et. al., 2012. Economic Efficiency of Broiler Farms in Thailand: Data Envelopment Analysis Approach. *British Journal of Economics, Finance and Management Sciences*, 5(1): 33-43.
- Asmara, R., Hanani, N., Syafrial, S., & Mustadjab, M. M. 2016. Technical Efficiency on Indonesian Maize Production: Frontier Stochastic Analysis (SFA) and Data Envelopment Analysis (DEA) Approach. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences (RJOAS)*, 10(58): 24-29