

Analisis Efisiensi Teknis Usahatani Tebu dengan pendekatan *Stochastic Meta Frontier* di Kabupaten Malang dan Kediri

Muhammad Fajar Maulana^{1*}, Esti Kurniawati²

¹Departemen Sosial Ekonomi, Fakultas Bio-Industri Pertanian dan Kehutanan, Universitas Brawijaya

²Balai Besar Pelatihan Pertanian (BBPP) Ketindan, Lawang, Malang

*Koresponding email: fajarmreyv@gmail.com

Abstrak

Perbedaan kondisi agroekologi, karakteristik sumber daya, dan tingkat adopsi teknologi berpotensi menyebabkan variasi efisiensi teknis dan kesenjangan teknologi pada usahatani tebu. Kabupaten Malang dan Kabupaten Kediri merupakan dua sentra produksi tebu di Jawa Timur yang memiliki karakteristik wilayah berbeda sehingga menarik untuk dikaji dari perspektif efisiensi dan teknologi produksi. Penelitian ini bertujuan menganalisis dan membandingkan tingkat efisiensi teknis serta kesenjangan teknologi usahatani tebu di Kabupaten Malang dan Kabupaten Kediri menggunakan pendekatan *Stochastic Meta Frontier* (SMF). Penelitian menggunakan data primer yang diperoleh dari 180 petani tebu sistem keprasan (*ratoon cane*), terdiri atas 90 responden di Kabupaten Malang dan 90 responden di Kabupaten Kediri. Analisis dilakukan melalui pendekatan *Stochastic Frontier Analysis* (SFA) untuk mengestimasi efisiensi teknis masing-masing wilayah dan dilanjutkan dengan pendekatan *Stochastic Meta Frontier* (SMF) untuk mengevaluasi perbedaan teknologi antarwilayah. Efisiensi teknis diukur berdasarkan kemampuan petani menghasilkan output maksimum pada tingkat penggunaan input tertentu, sedangkan kesenjangan teknologi dianalisis melalui perbandingan frontier produksi antarwilayah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata efisiensi teknis usahatani tebu di Kabupaten Malang sebesar 0,774 dengan kisaran nilai 0,505–0,928, sedangkan di Kabupaten Kediri sebesar 0,769 dengan kisaran nilai 0,494–0,937. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kedua wilayah belum mencapai kondisi efisiensi teknis optimal karena masih berada di bawah ambang efisiensi 0,80. Sebanyak 55,56% petani di Kabupaten Malang dan 65,56% petani di Kabupaten Kediri belum beroperasi pada tingkat praktik terbaik dalam kelompok teknologinya. Penelitian ini menegaskan bahwa peningkatan produktivitas tebu tidak hanya bergantung pada penambahan input produksi, tetapi juga memerlukan upaya pengurangan kesenjangan teknologi melalui percepatan adopsi inovasi, penguatan kapasitas petani, serta peningkatan efektivitas penyuluhan pertanian.

Kata kunci: Efisiensi Teknis, *Stochastic Meta Frontier*, *Technology Gap*, Usahatani Tebu

Abstract

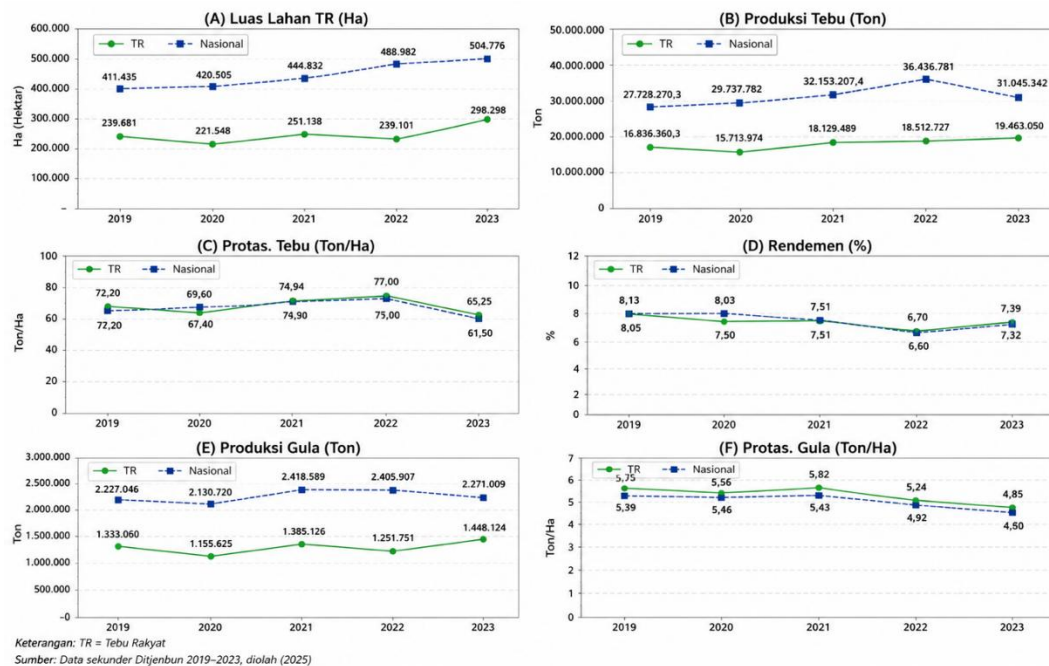
Differences in agroecological conditions, resource availability, and levels of technology adoption may lead to variations in the technical efficiency of sugarcane farming. Malang Regency and Kediri Regency are two major sugarcane-producing regions in East Java with distinct regional characteristics that may result in different levels of farming efficiency. This study aimed to analyze and compare the technical efficiency of sugarcane farming in Malang and Kediri Regencies using the *Stochastic Frontier Analysis* (SFA) approach within the *Stochastic Meta Frontier* (SMF) framework. Primary data were collected from 180 ratoon sugarcane farmers, consisting of 90 respondents from Malang Regency and 90 respondents from Kediri Regency. The analysis was conducted by estimating stochastic frontier production functions for each region to obtain farmers' technical efficiency scores. Technical efficiency was measured based on the farmers' ability to achieve maximum output given a certain level of input utilization. The results showed that the average technical efficiency of sugarcane farming in Malang Regency was 0.774, ranging from 0.505 to 0.928, while the average technical efficiency in Kediri Regency was 0.769, ranging from 0.494 to 0.937. These findings indicate that sugarcane farming in both regions has not yet achieved full technical efficiency, as the average efficiency scores remain below the 0.80 threshold. Approximately 55.56% of farmers in Malang Regency and 65.56% of farmers in Kediri Regency were operating below their potential efficiency levels. This suggests that there is still considerable room to increase production without additional input use through improved farm management practices, enhanced cultivation skills, and the adoption of more appropriate technologies. The differences in efficiency levels between the two regions further indicate variations in farmers' ability to utilize available production resources effectively. This study highlights that increasing sugarcane productivity depends not only on the quantity of production inputs but also on farmers' ability to manage those inputs efficiently.

Keywords: Technical Efficiency, *Stochastic Frontier Analysis*, *Stochastic Meta Frontier*, Sugarcane Farming

PENDAHULUAN

Tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan salah satu komoditas strategis subsektor perkebunan yang memiliki peran penting dalam mendukung ketahanan pangan dan energi nasional (Ali et al., 2015). Komoditas ini tidak hanya menjadi bahan baku utama industri gula sebagai pemenuhan kebutuhan konsumsi domestik, tetapi juga menghasilkan produk samping berupa tetes (*molasses*) yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku bioetanol untuk energi terbarukan (Lestari & Dewanti, 2023). Seiring meningkatnya kebutuhan gula nasional dan tuntutan pengembangan energi bersih, peran komoditas tebu menjadi semakin penting dalam mendukung pembangunan ekonomi berkelanjutan. Oleh karena itu, pemerintah menetapkan Peraturan Presiden Nomor 40 Tahun 2023 tentang Percepatan Swasembada Gula Nasional dan Penyediaan Bioetanol sebagai Bahan Bakar Nabati (Biofuel), yang menargetkan perluasan areal tanam tebu hingga mencapai 700.000 hektar. Kebijakan tersebut diarahkan untuk memperkuat ketahanan pangan dan energi, menjamin ketersediaan bahan baku industri, meningkatkan kesejahteraan petani tebu, serta mendukung transisi menuju energi rendah emisi berbasis bioetanol (Presiden RI, 2023). Sejalan (Maulana&Sinurat, 2026) ketahanan pangan nasional merupakan salah satu pilar utama dalam pembangunan berkelanjutan di Indonesia,

Kontribusi sektor perkebunan terhadap perekonomian nasional menunjukkan peran yang signifikan dalam pembentukan Produk Domestik Bruto (PDB). Data Badan Pusat Statistik menunjukkan bahwa subsektor perkebunan menyumbang sekitar 3,94% terhadap PDB nasional (BPS, 2021). Dalam konteks tersebut, usahatani tebu memiliki posisi yang strategis karena menjadi pemasok utama bahan baku bagi industri gula, bioetanol, dan berbagai produk turunannya yang memiliki permintaan tinggi di pasar domestik. Selain berkontribusi terhadap penyediaan bahan baku industri, usahatani tebu juga berperan sebagai penggerak ekonomi wilayah melalui penciptaan lapangan kerja, peningkatan pendapatan masyarakat, dan pengembangan aktivitas agroindustri pedesaan (Hartono et al., 2020). Aktivitas budidaya tebu hingga proses pengolahannya di pabrik gula mampu menyerap tenaga kerja dalam jumlah besar serta memberikan efek pengganda (*multiplier effect*) terhadap pertumbuhan ekonomi lokal dan pengurangan kemiskinan di wilayah pedesaan (Sulaiman et al., 2019). Meskipun memiliki peran strategis, pengembangan komoditas tebu nasional masih menghadapi berbagai tantangan struktural yang berpotensi menghambat pencapaian target swasembada gula. Salah satu indikatornya dapat dilihat dari perkembangan kinerja produksi tebu dan gula nasional selama periode 2019–2023 sebagaimana disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kinerja Produksi Tebu/Gula TR Nasional Periode 2019-2023

Berdasarkan Gambar 1, tebu rakyat (TR) memegang peranan dominan dalam sistem produksi tebu nasional. Selama periode 2019–2023, kontribusi rata-rata luas areal tebu rakyat mencapai sekitar 55,08% dari total luas areal tebu nasional, sedangkan kontribusinya terhadap produksi tebu nasional mencapai sekitar 56%. Data tersebut menunjukkan bahwa lebih dari separuh pasokan bahan baku industri gula nasional berasal dari usahatani tebu rakyat sehingga keberhasilan program swasembada gula sangat bergantung pada kinerja petani tebu rakyat.

Namun demikian, peningkatan luas areal dan produksi tebu belum sepenuhnya diikuti oleh peningkatan produktivitas maupun rendemen gula. Selama periode pengamatan, luas areal tebu rakyat meningkat dari 239.681 hektar pada tahun 2019 menjadi 298.298 hektar pada tahun 2023, sementara produksi tebu meningkat dari 16,84 juta ton menjadi 19,46 juta ton. Di sisi lain, produktivitas tebu justru mengalami penurunan dari 72,20 ton/ha menjadi 65,25 ton/ha, sedangkan rendemen turun dari 8,13% menjadi 7,39%. Kondisi serupa juga terjadi pada tingkat nasional. Fenomena tersebut mengindikasikan bahwa peningkatan produksi tebu masih lebih banyak ditopang oleh ekspansi areal tanam dibandingkan peningkatan efisiensi penggunaan faktor produksi maupun kemajuan teknologi budidaya. Dengan kata lain, pertumbuhan produksi belum sepenuhnya mencerminkan peningkatan kinerja teknis usahatani.

Penurunan produktivitas dan rendemen tersebut menjadi sinyal adanya permasalahan efisiensi dalam sistem produksi tebu nasional. Rendahnya kemampuan petani dalam mengoptimalkan penggunaan input produksi, keterbatasan adopsi inovasi teknologi, penggunaan varietas yang kurang produktif, serta praktik budidaya yang belum sesuai dengan prinsip *Good Agricultural Practices* (GAP) diduga menjadi faktor yang menyebabkan terjadinya kesenjangan antara produktivitas aktual dan produktivitas potensial. Oleh karena itu, strategi pengembangan tebu tidak dapat hanya berfokus pada perluasan areal tanam, tetapi perlu diarahkan pada peningkatan efisiensi teknis, produktivitas, dan kualitas hasil melalui pemanfaatan teknologi yang lebih maju dan pengelolaan usahatani yang lebih efektif (Fahriyah et al., 2018).

Dalam konteks pengembangan tebu nasional, Provinsi Jawa Timur memiliki posisi yang sangat strategis karena merupakan sentra produksi gula terbesar di Indonesia. Pada tahun 2023, Jawa Timur menyumbang sekitar 49,64% terhadap total produksi tebu nasional, menjadikannya sebagai daerah penopang utama dalam pencapaian target swasembada gula nasional. Sebelumnya, (BPS, 2021) juga mencatat bahwa kontribusi produksi gula Jawa Timur mencapai 44,06% dari total produksi gula nasional. Besarnya kontribusi tersebut menunjukkan bahwa peningkatan produktivitas dan efisiensi usahatani tebu di Jawa Timur akan memberikan dampak yang signifikan terhadap peningkatan produksi gula nasional.

Meskipun demikian, kinerja produktivitas tebu di Jawa Timur masih menghadapi berbagai kendala. Produktivitas tebu saat ini tercatat sekitar 72,05 ton/ha dengan rendemen rata-rata sebesar 7,8%, yang masih jauh dari target pengembangan industri gula nasional tahun 2030. Jika dibandingkan dengan target yang ditetapkan, masih terdapat kesenjangan produktivitas sekitar 21 ton/ha dan kesenjangan rendemen sekitar 3,4%. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa potensi produksi tebu di Jawa Timur belum dimanfaatkan secara optimal (Pertanian, 2016).

Permasalahan tersebut semakin kompleks karena adanya perubahan struktur pengusahaan tebu dari lahan sawah ke lahan kering akibat persaingan penggunaan lahan dengan komoditas pangan seperti padi, jagung, dan kedelai. Menurut (Tinaprilla, 2011), sekitar 60% areal tebu di Pulau Jawa saat ini berada pada lahan tegalan, sedangkan hanya sekitar 40% yang berada pada lahan sawah. Pergeseran lokasi budidaya tersebut menyebabkan perubahan karakteristik produksi dan menuntut petani untuk melakukan penyesuaian dalam penggunaan input usahatani. Selain itu, praktik penggunaan tebu keprasan (*ratoon cane*) yang telah melampaui batas rekomendasi teknis, yaitu lebih dari

tiga kali keprasan, masih banyak ditemukan pada usahatani tebu rakyat. Kondisi ini berpotensi menurunkan produktivitas karena kemampuan regenerasi tanaman semakin menurun dari waktu ke waktu.

Di antara wilayah pengembangan tebu di Jawa Timur, Kabupaten Malang dan Kabupaten Kediri merupakan dua sentra produksi utama yang memiliki karakteristik agroekologi, kondisi sumber daya, dan sistem budidaya yang berbeda. Perbedaan karakteristik tersebut berpotensi menghasilkan tingkat efisiensi teknis dan tingkat adopsi teknologi yang berbeda pula. Namun demikian, informasi empiris mengenai sejauh mana perbedaan efisiensi teknis dan kesenjangan teknologi antar kedua wilayah tersebut masih relatif terbatas. Sebagian besar penelitian sebelumnya lebih banyak berfokus pada analisis produktivitas dan faktor-faktor produksi, sementara kajian yang secara komprehensif membandingkan efisiensi teknis dan kesenjangan teknologi menggunakan pendekatan *Stochastic Meta Frontier (SMF)* masih jarang dilakukan (Huang et al., 2014).

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian mengenai efisiensi teknis dan kesenjangan teknologi menjadi penting untuk dilakukan sebagai dasar perumusan strategi peningkatan produktivitas usahatani tebu secara berkelanjutan. Analisis efisiensi teknis mampu mengidentifikasi kemampuan petani dalam memanfaatkan sumber daya yang tersedia secara optimal, sedangkan pendekatan *Stochastic Meta Frontier* memungkinkan pengukuran kesenjangan teknologi antarwilayah produksi. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi yang berguna bagi pemerintah, pabrik gula, penyuluh pertanian, serta organisasi petani dalam merumuskan kebijakan dan program peningkatan produktivitas, efisiensi, dan daya saing usahatani tebu. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan tingkat efisiensi teknis serta kesenjangan teknologi usahatani tebu di Kabupaten Malang dan Kabupaten Kediri.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode survei untuk menganalisis tingkat efisiensi teknis dan kesenjangan teknologi usahatani tebu rakyat di Kabupaten Malang dan Kabupaten Kediri, Provinsi Jawa Timur. Pendekatan kuantitatif dipilih karena memungkinkan pengukuran hubungan antara penggunaan faktor produksi dan tingkat output yang dihasilkan secara objektif melalui model ekonometrika (Creswell, 2019).

Lokasi penelitian ditentukan secara *purposive* dengan mempertimbangkan kedua wilayah sebagai sentra produksi tebu utama di Jawa Timur. Berdasarkan data (BPS, 2023),

Kabupaten Malang merupakan salah satu daerah dengan produksi tebu tertinggi di Jawa Timur dengan produksi mencapai 262.794 ton pada tahun 2022, sedangkan Kabupaten Kediri merupakan wilayah dengan produktivitas tebu yang relatif tinggi, yaitu sebesar 5,83 ton gula per hektar. Penelitian dilaksanakan pada bulan September–Desember 2023.

Data yang digunakan terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui wawancara langsung menggunakan kuesioner terstruktur kepada petani tebu rakyat (TR), sedangkan data sekunder diperoleh dari Badan Pusat Statistik, Direktorat Jenderal Perkebunan, Dinas Pertanian, pabrik gula, koperasi petani tebu rakyat, serta berbagai publikasi ilmiah yang relevan.

Populasi penelitian adalah seluruh petani tebu rakyat di Kabupaten Malang dan Kabupaten Kediri yang mengusahakan tanaman tebu keprasan (*ratoon cane*). Penentuan responden dilakukan menggunakan teknik *purposive sampling* dengan kriteria petani aktif mengusahakan tebu keprasan minimal satu musim tanam terakhir dan bersedia memberikan informasi yang dibutuhkan. Menurut (Sugiyono, 2017), *purposive sampling* merupakan teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu. Adapun penetapan sampel pada penelitian ini menggunakan rumus Slovin. Rumus Slovin dijelaskan sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1+N(e)^2}$$

Dimana:

n : Jumlah sampel

N : Jumlah populasi

e : Toleransi *error* (5%)

Jumlah responden ditentukan menggunakan rumus Slovin dengan tingkat kesalahan (*error tolerance*) sebesar 5%, sehingga diperoleh 90 responden pada masing-masing kabupaten. Dengan demikian, total sampel yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 180 petani tebu rakyat. Metode analisis data yang digunakan adalah Analisis *Stochastic Meta Frontier*. Metode penelitian deskriptif kuantitatif adalah metode yang mendeskripsikan, mengkaji, dan menjelaskan sesuatu yang dipelajari, kemudian melakukan penarikan kesimpulan dari fenomena yang diamati dengan menggunakan angka-angka. Penelitian deskriptif kuantitatif hanya menggambarkan isi suatu variabel dalam penelitian dan tidak bermaksud untuk menguji hipotesis (Sulistyawati et al., 2022).

Analisis yang digunakan pada penelitian ini adalah fungsi produksi *stochastic Frontier*, yang secara matematis diuraikan sebagai berikut.

$$Y = \beta_0 X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} X_3^{\beta_3} X_4^{\beta_4} X_5^{\beta_5} X_6^{\beta_6} X_7^{\beta_7} + \varepsilon^{(vi - ui)}$$

Persamaan tersebut dapat ditransformasikan dalam bentuk linier dengan mengubahnya ke bentuk logaritma natural (ln) menjadi:

$$\ln Y = \ln \beta_0 + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \beta_3 \ln X_3 + \beta_4 \ln X_4 + \beta_5 \ln X_5 + \beta_6 \ln X_6 + \beta_7 \ln X_7 + e^{(vi - ui)}$$

Dimana:

Y = hasil produksi tebu (kg)

β_0 = konstanta

β_i = koefisien parameter penduga ke-i (i = 1,2,3,4,5)

X₁ = luas lahan (ha)

X₂ = bibit (kg)

X₃ = pupuk NPK (kg)

X₄ = pupuk ZA (kg)

X₅ = pupuk Organik (kg)

X₆ = herbisida (liter)

X₇ = tenaga kerja (HOK)

e = logaritma natural

vi = kesalahan acak model

ui = one-side error term ($ui \leq 0$) atau perubahan acak (merekpresentasikan inefisiensi teknis dari produksi)

Analisis Stochastic Frontier

Analisis efisiensi teknis dilakukan menggunakan pendekatan *Stochastic Frontier Analysis* (SFA) dengan bentuk fungsi produksi Cobb-Douglas yang diestimasi menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) pada *software Frontier 4.1*

Model fungsi produksi stochastic frontier dinyatakan sebagai:

$$\ln Y_i = \beta_0 + \sum_{k=1}^n \beta_k \ln X_{ki} + V_i - U_i$$

Dimana:

Y_i : produksi tebu (ton)

X_{ki} : faktor produksi ke-k

β_k : parameter yang diestimasi

V_i : komponen error acak yang diasumsikan berdistribusi normal $N(0, \sigma_v^2)$

U_i : komponen inefisiensi teknis yang bernilai non-negatif

Efisiensi teknis petani dihitung menggunakan persamaan (Coelli et al., 1998):

$$TE_i = e^{-U_i}$$

$$TE_{it}^j = \frac{Y_{jit}}{f_t^j(X_{jit}) e^{U_{jit}^j}} = e^{-U_{jit}^j}$$

Nilai efisiensi teknis berada pada rentang 0-1. Semakin mendekati 1 maka, menunjukkan bahwa petani semakin efisien dalam mengalokasikan faktor produksi yang digunakan.

Analisis Stochastic Meta Frontier

Untuk membandingkan tingkat teknologi antarwilayah, penelitian ini menggunakan pendekatan Stochastic Meta Frontier (SMF) yang mengintegrasikan frontier produksi masing-masing kelompok wilayah ke dalam satu frontier teknologi bersama (*meta-frontier*). Fungsi produksi meta-frontier dinyatakan sebagai:

$$f_t^j(X_{jit}) = f_t^M(X_{jit}) e^{-U_{jit}^M} \quad \text{dimana } U_{jit}^M \geq 0$$

Dimana:

$f_t^j(X_{jit})$: fungsi frontier kelompok ke-j

$f_t^M(X_{jit})$: fungsi meta-frontier

U_{jit}^M : deviasi teknologi terhadap frontier terbaik

Oleh karena itu $f_t^M(.) \geq f_t^j(.)$ dan rasio j dari fungsi produksi *frontier* kelompok menunjukkan Technology Gap Ratio (TGR). Meskipun TGR dan TE bernilai kurang dari atau sama dengan 1, namun *metafrontier* tidak perlu mencakup semua output yang diamati perusahaan. Oleh karena itu *metafrontier* dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$MTE_{jit} = \frac{Y_{jit}}{f_t^M(X_{jit}) e^{U_{jit}^M}} = TGR_{it}^j \times TE_{it}^j$$

Nilai MTE menggambarkan kemampuan petani dalam mencapai tingkat produksi maksimum relatif terhadap frontier teknologi terbaik. Semakin tinggi nilai MTE menunjukkan semakin kecil kesenjangan teknologi dan semakin tinggi efisiensi produksi usahatani.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Sosial Ekonomi Responden Petani Tebu

Karakteristik sosial ekonomi petani merupakan faktor penting yang menentukan kemampuan petani dalam mengelola sumber daya produksi, mengadopsi inovasi teknologi, serta mencapai tingkat efisiensi yang optimal. Perbedaan karakteristik petani juga sering

menjadi salah satu penyebab munculnya variasi produktivitas dan kesenjangan teknologi antarwilayah. Oleh karena itu, analisis karakteristik sosial ekonomi petani menjadi langkah awal yang penting untuk memahami faktor-faktor yang mendasari perbedaan kinerja usahatani tebu di Kabupaten Malang dan Kabupaten Kediri. Karakteristik yang diamati dalam penelitian ini meliputi usia, tingkat pendidikan, jumlah anggota keluarga, pengalaman usahatani, jenis kelamin, status kepemilikan lahan, dan frekuensi keprasan tebu.

Tabel 1. Karakteristik responden petani tebu di Kabupaten Malang dan Kediri

No.	Variabel	Kategori	Kabupaten Malang (n = 90)		Kabupaten Kediri (n = 90)	
			Jumlah (orang)	Persentase (%)	Jumlah (orang)	Persentase (%)
1	Usia (tahun)	25 – 45	17	18,88	18	20,00
		46 – 70	65	72,22	67	74,44
		71 – 90	8	8,90	5	5,56
		Jumlah	90	100,00	90	100,00
2	Pendidikan (tahun)	Tidak tamat SD	17	18,88	3	3,33
		Sekolah Dasar	29	32,23	38	42,23
		Sekolah Menengah	33	36,67	34	37,78
		Perguruan Tinggi	11	12,22	15	16,66
3	Jumlah anggota keluarga (orang)	Jumlah	90	100,00	90	100,00
		1 – 2	16	17,78	23	25,56
		3 – 4	51	56,67	54	60,00
		5 – 6	23	25,65	13	14,44
4	Pengalaman usahatani (tahun)	Jumlah	90	100,00	90	100,00
		0 – 20	43	47,77	42	46,66
		21 – 45	44	48,88	47	52,22
		46 – 60	3	3,35	1	1,12
5	Jenis kelamin	Jumlah	90	100,00	90	100,00
		Laki-laki	88	97,78	87	96,67
		Perempuan	2	2,22	3	3,33
6	Status kepemilikan lahan	Jumlah	90	100,00	90	100,00
		Milik sendiri	82	91,11	68	75,56
		Sewa	8	8,89	22	24,44
7	Frekuensi keprasan (kali)	Jumlah	90	100,00	90	100,00
		< 5	26	28,89	76	84,45
		5 – 20	60	66,47	14	15,55
		> 20	4	4,44	0	0,00
		Jumlah	90	100,00	90	100,00

Sumber: Data primer diolah, 2023.

Usia

Berdasarkan Tabel 1, mayoritas petani tebu di Kabupaten Malang maupun Kabupaten Kediri berada pada kelompok usia 46–70 tahun, masing-masing sebesar 72,22% dan 74,44%. Sementara itu, petani yang berusia produktif muda (25–45 tahun) hanya mencapai 18,88% di Kabupaten Malang dan 20,00% di Kabupaten Kediri. Temuan ini menunjukkan bahwa sektor usahatani tebu masih didominasi oleh kelompok usia menengah hingga lanjut. Kondisi tersebut mengindikasikan adanya fenomena *aging farmer* atau penuaan tenaga kerja pertanian yang umum terjadi pada subsektor perkebunan di Indonesia. Fenomena ini menjadi tantangan serius karena keberhasilan transformasi pertanian modern sangat bergantung pada keterlibatan generasi muda yang umumnya lebih adaptif terhadap perkembangan teknologi digital, mekanisasi, dan inovasi budidaya. Meskipun petani yang lebih tua memiliki pengalaman yang panjang, mereka cenderung

lebih konservatif dalam mengadopsi teknologi baru sehingga berpotensi memperlambat peningkatan efisiensi teknis usahatani.

Pendidikan

Tingkat pendidikan petani di kedua wilayah relatif masih rendah. Di Kabupaten Malang, mayoritas petani hanya menempuh pendidikan hingga tingkat sekolah menengah (36,67%) dan sekolah dasar (32,23%), sedangkan di Kabupaten Kediri sebagian besar petani berpendidikan sekolah dasar (42,23%) dan sekolah menengah (37,78%). Persentase petani yang menempuh pendidikan perguruan tinggi masih tergolong rendah, yaitu 12,22% di Kabupaten Malang dan 16,66% di Kabupaten Kediri. Rendahnya tingkat pendidikan formal menunjukkan bahwa kapasitas petani dalam mengakses, memahami, dan mengimplementasikan inovasi teknologi masih terbatas. Padahal, pengelolaan usahatani tebu saat ini semakin menuntut kemampuan dalam memahami rekomendasi pemupukan spesifik lokasi, penggunaan varietas unggul, pengendalian organisme pengganggu tanaman, hingga pengelolaan kemitraan dengan pabrik gula.

Jumlah anggota keluarga

Mayoritas responden memiliki jumlah anggota keluarga sebanyak 3–4 orang, yaitu sebesar 56,67% di Kabupaten Malang dan 60,00% di Kabupaten Kediri. Kondisi ini menunjukkan bahwa rumah tangga petani tebu umumnya berada pada kategori keluarga sedang. Jumlah anggota keluarga berpotensi menjadi sumber tenaga kerja keluarga (*family labor*) yang dapat mengurangi biaya tenaga kerja luar keluarga. Namun demikian, semakin besar jumlah anggota keluarga juga dapat meningkatkan kebutuhan konsumsi rumah tangga sehingga memengaruhi kemampuan petani dalam melakukan investasi pada input produksi dan teknologi usahatani.

Pengalaman usahatani

Sebagian besar petani memiliki pengalaman usahatani yang cukup panjang. Di Kabupaten Malang, sebanyak 48,88% petani memiliki pengalaman antara 21–45 tahun, sedangkan di Kabupaten Kediri mencapai 52,22%. Bahkan terdapat petani yang telah mengusahakan tebu selama lebih dari 45 tahun. Pengalaman yang panjang menunjukkan bahwa petani telah memiliki pengetahuan lokal (*local knowledge*) dan kemampuan adaptasi terhadap berbagai kondisi produksi. Pengalaman tersebut dapat meningkatkan kemampuan petani dalam mengantisipasi risiko kegagalan panen, menentukan waktu tanam, dan mengelola faktor produksi. Namun demikian, pengalaman yang tinggi tidak selalu identik dengan efisiensi yang tinggi. Dalam banyak kasus, pengalaman yang terlalu panjang justru dapat menimbulkan ketergantungan terhadap metode budidaya

konvensional sehingga menghambat adopsi teknologi baru. Oleh karena itu, pengalaman perlu dikombinasikan dengan peningkatan kapasitas sumber daya manusia agar dapat diterjemahkan menjadi peningkatan efisiensi teknis.

Jenis kelamin

Petani tebu di kedua wilayah hampir seluruhnya berjenis kelamin laki-laki. Di Kabupaten Malang, proporsi petani laki-laki mencapai 97,78%, sedangkan di Kabupaten Kediri sebesar 96,67%. Hal ini menunjukkan bahwa pengelolaan usahatani tebu masih didominasi oleh laki-laki karena karakteristik budidaya tebu yang membutuhkan aktivitas fisik cukup tinggi, seperti pengolahan lahan, pemupukan, pemeliharaan, dan panen. Meskipun demikian, rendahnya keterlibatan perempuan sebagai pengelola utama usahatani menunjukkan bahwa masih terdapat peluang untuk meningkatkan partisipasi perempuan dalam aspek manajemen usaha, pencatatan keuangan, serta pengelolaan kelembagaan petani yang dapat mendukung peningkatan efisiensi usahatani.

Status kepemilikan lahan

Sebagian besar petani di Kabupaten Malang merupakan pemilik lahan sendiri (91,11%), sedangkan di Kabupaten Kediri sebesar 75,56%. Proporsi petani penyewa lahan di Kabupaten Kediri (24,44%) jauh lebih tinggi dibandingkan Kabupaten Malang (8,89%). Perbedaan ini menunjukkan bahwa struktur agraria di Kabupaten Malang relatif lebih stabil dibandingkan Kabupaten Kediri. Kepemilikan lahan memberikan insentif yang lebih besar bagi petani untuk melakukan investasi jangka panjang seperti penggunaan varietas unggul, perbaikan kesuburan tanah, pembangunan saluran drainase, maupun penerapan teknologi budidaya yang lebih baik.

Sebaliknya, tingginya proporsi petani penyewa di Kabupaten Kediri dapat menimbulkan perilaku produksi yang lebih berorientasi jangka pendek karena adanya beban biaya sewa dan ketidakpastian penguasaan lahan. Kondisi tersebut berpotensi memengaruhi keputusan penggunaan input dan pada akhirnya berdampak terhadap tingkat efisiensi teknis.

Frekuensi keprasan

Perbedaan yang cukup mencolok ditemukan pada frekuensi keprasan tebu. Di Kabupaten Malang, mayoritas petani melakukan keprasan sebanyak 5–20 kali (66,47%), bahkan terdapat petani yang melakukan keprasan lebih dari 20 kali (4,44%). Sebaliknya, di Kabupaten Kediri mayoritas petani melakukan keprasan kurang dari lima kali (84,45%). Secara agronomis, praktik keprasan yang terlalu tinggi berpotensi menurunkan produktivitas karena terjadi penurunan vigor tanaman, berkurangnya populasi anakan

produktif, meningkatnya serangan hama dan penyakit, serta menurunnya kesuburan tanah. Oleh karena itu, tingginya frekuensi keprasan di Kabupaten Malang mengindikasikan adanya kecenderungan penggunaan teknologi budidaya yang kurang optimal dibandingkan rekomendasi teknis. Perbedaan pola keprasan ini menjadi indikasi awal adanya kesenjangan teknologi (*technology gap*) antara Kabupaten Malang dan Kabupaten Kediri. Petani yang melakukan bongkar ratoon dan penanaman ulang secara lebih teratur umumnya memiliki peluang lebih besar untuk memperoleh produktivitas dan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan petani yang mempertahankan tanaman keprasan dalam jangka waktu terlalu lama.

Efisiensi Teknis Usahatani Tebu di Kabupaten Malang dan Kediri

Efisiensi teknis menggambarkan kemampuan petani dalam menghasilkan output maksimum berdasarkan kombinasi input yang digunakan pada tingkat teknologi tertentu. Nilai efisiensi teknis berada pada rentang 0–1, dimana nilai yang semakin mendekati satu menunjukkan bahwa petani semakin mampu mengalokasikan faktor produksi secara optimal sehingga mendekati frontier produksi. Sebaliknya, nilai yang semakin rendah menunjukkan adanya kehilangan potensi produksi (*output loss*) akibat penggunaan input yang belum efisien.

Efisiensi teknis dalam penelitian ini menggunakan data responden yang berasal dari dua lokasi yang berbeda, yaitu Kabupaten Malang dan Kediri. Masing-masing daerah memiliki jumlah sampel yang sama, yaitu 90 orang. Berdasarkan hasil analisis efisiensi teknis pada kedua daerah diperoleh hasil yang tidak jauh berbeda. Nilai rata-rata efisiensi teknis dari Malang dan Kediri masing masing adalah 0,774 dan 0,769. Keduanya hanya berselisih 0,005. Selain itu, kedua data hasil perhitungan juga menunjukkan responden dari kedua daerah mayoritas berada pada kategori 4 dan 5. Secara lebih detail, hasil perhitungan nilai efisiensi teknis yang telah dikelompokkan ke dalam 5 kategori dapat dilihat pada tabel 2.

Berdasarkan hasil analisis, nilai efisiensi teknis Kabupaten Malang memiliki nilai rata-rata 0,774 dengan nilai efisiensi tertinggi 0,928 dan nilai terendah 0,505. Nilai efisiensi tersebut tersebar dalam 5 kategori yang berbeda. Kategori keempat dengan rentang nilai $0,760 < ET \leq 0,848$ memiliki jumlah responden terbanyak, yaitu 34 orang atau sebesar 37,78% dari total responden Kabupaten Malang. Selain itu, kategori 1 dengan rentang nilai $0,494 \leq ET \leq 0,583$ memiliki jumlah responden paling sedikit, yaitu 8 orang atau sebesar 8,89% dari total responden Kabupaten Malang.

Tabel 2. Sebaran Nilai Efisiensi Teknis Usahatani Tebu di Kabupaten Malang dan Kabupaten Kediri

No.	Nilai Efisiensi Teknis	Kab. Malang		Kab. Kediri	
		Jumlah Responden	Persentase (%)	Jumlah Responden	Persentase (%)
1.	$0,494 \leq ET \leq 0,583$	8	8,89	8	8,89
2.	$0,583 < ET \leq 0,671$	10	11,11	13	14,44
3.	$0,671 < ET \leq 0,760$	12	13,33	16	17,78
4.	$0,760 < ET \leq 0,848$	34	37,78	22	24,44
5.	$0,848 < ET \leq 0,937$	26	28,89	31	34,44
Jumlah		90	100	90	100
Rata-rata ET			0,774		0,769
Minimum ET			0,505		0,494
Maksimum ET			0,928		0,937

Hasil estimasi menggunakan pendekatan *Stochastic Frontier Analysis (SFA)* menunjukkan bahwa nilai efisiensi teknis petani tebu di Kabupaten Malang berkisar antara 0,505 hingga 0,928 dengan rata-rata sebesar 0,774. Sementara itu, petani tebu di Kabupaten Kediri memiliki nilai efisiensi teknis antara 0,494 hingga 0,937 dengan rata-rata sebesar 0,769. Nilai tersebut menunjukkan bahwa secara umum petani di kedua wilayah belum mencapai tingkat efisiensi teknis optimal karena masih berada di bawah batas efisiensi tinggi yang umumnya ditetapkan sebesar 0,80.

Rata-rata efisiensi teknis sebesar 0,774 di Kabupaten Malang mengindikasikan bahwa petani baru mampu mencapai 77,4% dari potensi produksi maksimum yang dapat dihasilkan pada tingkat teknologi yang mereka gunakan saat ini. Dengan kata lain, masih terdapat peluang peningkatan produksi sebesar 22,6% melalui perbaikan manajemen usahatani tanpa harus menambah penggunaan input produksi. Kondisi serupa juga terjadi di Kabupaten Kediri, dimana nilai rata-rata efisiensi teknis sebesar 0,769 menunjukkan bahwa petani masih memiliki peluang peningkatan produksi sebesar 23,1% melalui pengelolaan faktor produksi yang lebih efisien.

Distribusi nilai efisiensi teknis menunjukkan bahwa sebagian besar petani di Kabupaten Malang berada pada kelompok efisiensi $0,760 < ET \leq 0,848$ yaitu sebanyak 34 responden (37,78%), diikuti kelompok efisiensi tertinggi $0,848 < ET \leq 0,937$ sebanyak 26 responden (28,89%). Dengan demikian, lebih dari dua pertiga petani Malang telah berada pada kategori efisiensi menengah hingga tinggi. Namun demikian, masih terdapat 30 responden (33,33%) yang memiliki nilai efisiensi di bawah 0,760 sehingga menunjukkan

bahwa sebagian petani masih menghadapi kendala dalam mengoptimalkan penggunaan faktor produksi.

Berbeda dengan Kabupaten Malang, distribusi efisiensi teknis di Kabupaten Kediri menunjukkan pola yang sedikit lebih menyebar. Kelompok efisiensi tertinggi ($0,848 < ET \leq 0,937$) mendominasi dengan jumlah 31 responden (34,44%), namun masih terdapat 37 responden (41,11%) yang memiliki nilai efisiensi di bawah 0,760. Kondisi ini menunjukkan bahwa meskipun terdapat sejumlah petani yang telah mampu mengelola usahatani secara sangat efisien, kesenjangan kinerja antarpetani di Kabupaten Kediri relatif lebih besar dibandingkan Kabupaten Malang.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa sebanyak 55,56% petani di Kabupaten Malang dan 65,56% petani di Kabupaten Kediri belum mencapai tingkat efisiensi teknis sebesar 0,80. Temuan ini mengindikasikan bahwa mayoritas petani tebu di kedua wilayah masih belum beroperasi pada kondisi *best practice frontier*. Dengan kata lain, produktivitas yang dicapai saat ini belum sepenuhnya mencerminkan kemampuan produksi maksimum yang sebenarnya dapat diperoleh dengan teknologi yang tersedia.

Rendahnya tingkat efisiensi teknis tersebut diduga berkaitan dengan karakteristik sosial ekonomi petani yang telah dijelaskan sebelumnya. Mayoritas petani berada pada kelompok usia 46–70 tahun dengan tingkat pendidikan relatif rendah. Kondisi tersebut berpotensi membatasi kemampuan petani dalam mengakses informasi, memahami rekomendasi teknis, dan mengadopsi inovasi budidaya secara optimal. Selain itu, praktik budidaya tebu keprasan yang masih dilakukan secara berulang dalam jangka panjang, khususnya di Kabupaten Malang, juga berpotensi menurunkan produktivitas tanaman akibat berkurangnya vigor tanaman, menurunnya populasi anakan produktif, serta meningkatnya serangan organisme pengganggu tanaman.

Dari perspektif ekonomi produksi, temuan ini menunjukkan bahwa permasalahan utama usahatani tebu tidak semata-mata disebabkan oleh keterbatasan jumlah input produksi, melainkan lebih berkaitan dengan bagaimana input tersebut dialokasikan dan dikelola oleh petani. Oleh karena itu, peningkatan produktivitas tebu tidak cukup hanya melalui penambahan pupuk, tenaga kerja, atau perluasan lahan, tetapi perlu diiringi dengan peningkatan kapasitas manajerial petani, penerapan *Good Agricultural Practices (GAP)*, penggunaan varietas unggul, perbaikan sistem pemupukan berimbang, serta pengelolaan keprasan yang sesuai rekomendasi teknis. Rata-rata efisiensi teknis sebesar 0,774 di Kabupaten Malang dan 0,769 di Kabupaten Kediri menunjukkan bahwa kehilangan potensi produksi (*technical inefficiency loss*) masih mencapai masing-masing 22,6% dan 23,1%.

Temuan ini menegaskan bahwa peningkatan produktivitas tebu di Jawa Timur tidak lagi dapat bergantung pada strategi ekstensifikasi semata, melainkan harus diarahkan pada peningkatan efisiensi penggunaan sumber daya dan pengurangan kesenjangan teknologi antarpetani melalui adopsi inovasi budidaya yang lebih modern dan berkelanjutan. Beberapa penelitian terdahulu menggunakan acuan yang sama, dimana kondisi usahatani dikatakan efisien secara teknis jika nilai efisiensi teknis minimal 0,80 (Anggraingrum et al., 2022; Zaky et al., 2019). Berdasarkan hasil pengukuran, baik dari responden Malang dan Kediri, keduanya memiliki rata-rata nilai efisiensi di bawah 0,80 sehingga keduanya masih belum bisa dikatakan efisien secara teknis.

Kesenjangan Teknologi Usahatani Tebu di Kabupaten Malang dan Kediri

Analisis efisiensi teknis pada masing-masing wilayah belum sepenuhnya mampu menjelaskan apakah perbedaan kinerja produksi disebabkan oleh kemampuan manajerial petani atau oleh perbedaan teknologi yang digunakan. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan pendekatan *Stochastic Meta Frontier* (SMF) untuk mengidentifikasi keberadaan kesenjangan teknologi (*technology gap*) antarwilayah. Pendekatan ini memungkinkan evaluasi terhadap posisi frontier teknologi masing-masing wilayah dibandingkan dengan frontier teknologi terbaik yang tersedia secara keseluruhan.

Menurut (Battese et al., 2004) menyebut bahwa efisiensi teknis *meta-frontier* (TE*) mengacu pada metode perbandingan antara beberapa fungsi produksi *frontier* yang mewakili kondisi teknologi di kelompok tertentu. Pendekatan ini akan membantu perhitungan efisiensi teknis yang sebanding pada seluruh kelompok serta memperkirakan besarnya kesenjangan teknologi relatif terhadap teknologi potensial yang tersedia keseluruhan (Walheer, 2023).

Tabel 3. Efisiensi Teknis Dan Kesenjangan Teknologi Usahatani Tebu di Kabupaten Malang dan Kediri

Wilayah	Rerata	Min.	Maks.	Std. Dev.	Varians
Efisiensi teknis (TE)					
Kab. Malang	0,774	0,505	0,928	0,109	0,012
Kab. Kediri	0,769	0,494	0,937	0,115	0,013
Efisiensi teknis meta-frontier (TE*)					
Keseluruhan	0,788	0,507	0,934	0,097	0,009
Kesenjangan teknologi (TGR)					
Kab. Malang	0,991	0,909	1,156	0,042	0,002
Kab. Kediri	0,964	0,924	1,291	0,062	0,005

Berdasarkan hasil Tabel 3 diperoleh efisiensi teknis *meta-frontier* (TE*) setelah mempertimbangkan adanya kesenjangan teknologi menunjukkan nilai yang lebih tinggi

daripada nilai efisiensi teknis (TE) pada *frontier* masing-masing wilayah. Efisiensi teknis yang diperoleh dengan analisis *meta-frontier* bernilai antara 0,507 hingga 0,934 dengan rerata sebesar 0,788. Hal ini mengindikasikan bahwa pengukuran nilai efisiensi teknis menggunakan ukuran efisiensi teknis lokal tanpa mempertimbangkan kesenjangan teknologi akan menjadi bias. Terbukti nilai rerata efisiensi teknis menjadi lebih tinggi dengan mempertimbangkan kesenjangan teknologi. Kesenjangan teknologi dalam usahatani antar wilayah terhadap *meta-frontier* dapat diketahui dengan menggunakan nilai *Technology Gap Ratio* (TGR). Nilai kesenjangan teknologi (TGR) diperoleh dari perbandingan antara efisiensi teknis *meta-frontier* (TE*) dan efisiensi teknis (TE) pada *frontier* masing-masing wilayah.

Hal ini sejalan dengan pernyataan (Asmara, R., dan Sugianto, 2009) bahwa rasio kesenjangan teknologi dalam *meta-frontier* digunakan untuk menunjukkan perbedaan antara efisiensi aktual *Decision Making Unit* (DMU) dengan efisiensi potensial yang dapat dicapai ketika beroperasi pada tingkat praktik terbaik dalam kelompok teknologinya. Semakin tinggi nilai TGR menunjukkan kesenjangan yang terjadi lebih besar. Responden dengan nilai efisiensi teknis (TE) yang lebih kecil dari nilai *meta-frontier* (TE*) akan memiliki nilai TGR lebih besar dari satu, atau dapat diartikan responden tersebut masih belum mencapai praktik terbaik untuk menghasilkan efisiensi potensial dengan pemanfaatan teknologi. TGR responden di Kabupaten Malang bernilai antara 0,909 hingga 1,156 dengan rerata sebesar 0,991, sedangkan responden di Kabupaten Kediri memiliki nilai TGR antara 0,924 hingga 1,291 dengan rerata sebesar 0,964.

Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak seluruh petani mampu mencapai tingkat efisiensi yang sama terhadap *frontier* teknologi bersama (*meta-frontier*). Di Kabupaten Malang, hanya terdapat 40 responden yang memiliki nilai efisiensi teknis lebih besar atau sama dengan nilai *meta-frontier*, sedangkan 50 responden lainnya masih berada di bawah *frontier* teknologi terbaik. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sebanyak 55,56% petani belum mencapai praktik terbaik dalam penggunaan teknologi yang tersedia. Sementara itu, kondisi di Kabupaten Kediri relatif lebih rendah, dimana hanya 31 responden yang memiliki tingkat efisiensi setara atau melebihi *meta-frontier*, sedangkan 59 responden lainnya masih berada di bawah *frontier* teknologi terbaik. Dengan demikian, sekitar 65,56% petani di Kabupaten Kediri masih menghadapi kesenjangan teknologi yang menyebabkan mereka belum mampu mencapai tingkat efisiensi optimal.

Temuan tersebut menunjukkan bahwa perbedaan kinerja usahatani tebu tidak hanya disebabkan oleh inefisiensi teknis, tetapi juga dipengaruhi oleh heterogenitas

teknologi yang digunakan oleh petani. Dalam konteks ini, petani yang berada di bawah meta-frontier sebenarnya tidak hanya menghadapi keterbatasan kemampuan manajerial, tetapi juga menghadapi keterbatasan akses terhadap teknologi yang lebih produktif. Oleh karena itu, peningkatan efisiensi teknis semata belum tentu cukup untuk meningkatkan produktivitas apabila tidak diikuti dengan perbaikan teknologi yang digunakan.

Kesenjangan teknologi yang ditemukan dalam penelitian ini diduga berkaitan erat dengan perbedaan karakteristik agroekologi, pola budidaya, dan kemampuan adopsi inovasi antarwilayah. Salah satu indikator yang paling jelas terlihat adalah perbedaan frekuensi keprasan antara Kabupaten Malang dan Kabupaten Kediri. Tingginya frekuensi keprasan yang dilakukan sebagian petani di Kabupaten Malang menunjukkan adanya kecenderungan mempertahankan tanaman melebihi umur ekonomisnya. Sementara itu, petani di Kabupaten Kediri relatif lebih banyak melakukan pembongkaran tanaman dan penanaman ulang sesuai rekomendasi teknis. Perbedaan strategi budidaya tersebut mencerminkan adanya variasi dalam penggunaan teknologi produksi yang pada akhirnya memengaruhi posisi petani terhadap frontier teknologi.

Selain faktor budidaya, kesenjangan teknologi juga dapat dipengaruhi oleh akses terhadap sarana produksi, kualitas bibit, informasi teknologi, pendampingan penyuluhan, serta hubungan kemitraan dengan pabrik gula. Petani yang memiliki akses lebih baik terhadap inovasi teknologi cenderung lebih mudah meningkatkan produktivitas dan mendekati frontier produksi terbaik. Sebaliknya, petani yang memiliki keterbatasan akses teknologi akan tetap berada pada tingkat produktivitas yang lebih rendah meskipun telah berupaya meningkatkan efisiensi penggunaan input.

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa peningkatan produktivitas tebu di Kabupaten Malang dan Kabupaten Kediri memerlukan dua pendekatan yang saling melengkapi. Pertama, peningkatan efisiensi teknis melalui perbaikan kemampuan manajerial petani dalam mengelola faktor produksi. Kedua, pengurangan kesenjangan teknologi melalui percepatan adopsi inovasi, penyebaran teknologi budidaya yang lebih produktif, penguatan kelembagaan petani, serta peningkatan efektivitas program penyuluhan dan kemitraan dengan pabrik gula. Dengan demikian, strategi pengembangan tebu ke depan tidak hanya berorientasi pada peningkatan penggunaan input produksi, tetapi juga pada peningkatan kualitas teknologi yang digunakan petani sehingga target peningkatan produktivitas dan swasembada gula nasional dapat dicapai secara berkelanjutan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa karakteristik sosial ekonomi petani tebu di Kabupaten Malang dan Kabupaten Kediri didominasi oleh petani berusia lanjut dengan pengalaman usahatani yang relatif tinggi, namun memiliki tingkat pendidikan formal yang masih rendah. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa keterbatasan peningkatan produktivitas usahatani tebu bukan disebabkan oleh kurangnya pengalaman budidaya, melainkan lebih berkaitan dengan kemampuan petani dalam mengakses, mengadopsi, dan memanfaatkan teknologi produksi secara optimal. Selain itu, perbedaan pola pengelolaan lahan dan frekuensi keprasan antarwilayah menunjukkan adanya heterogenitas teknologi budidaya yang berpotensi memengaruhi kinerja produksi usahatani tebu.

Hasil analisis efisiensi teknis menunjukkan bahwa rata-rata efisiensi teknis usahatani tebu di Kabupaten Malang sebesar 0,774, sedangkan di Kabupaten Kediri sebesar 0,769. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa petani di kedua wilayah belum mencapai kondisi efisiensi teknis optimal karena masih berada di bawah tingkat efisiensi tinggi (0,80). Dengan demikian, masih terdapat peluang peningkatan produksi masing-masing sebesar 22,6% di Kabupaten Malang dan 23,1% di Kabupaten Kediri melalui perbaikan pengelolaan faktor produksi tanpa perlu menambah penggunaan input. Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan produktivitas tebu tidak hanya bergantung pada penambahan faktor produksi, tetapi juga pada kemampuan petani dalam mengalokasikan dan memanfaatkan sumber daya secara lebih efisien.

Analisis kesenjangan teknologi menggunakan pendekatan *Stochastic Meta Frontier* menunjukkan bahwa sebagian besar petani di kedua wilayah masih belum mampu mencapai frontier teknologi terbaik. Sebanyak 55,56% petani di Kabupaten Malang dan 65,56% petani di Kabupaten Kediri masih berada di bawah *meta-frontier*, yang mengindikasikan adanya kesenjangan teknologi dalam proses produksi. Temuan tersebut menegaskan bahwa perbedaan kinerja usahatani tebu tidak hanya dipengaruhi oleh tingkat efisiensi teknis, tetapi juga oleh perbedaan tingkat penguasaan dan penerapan teknologi produksi antarpetani dan antarwilayah.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, S., Badar, N., Fatima, H. (2015). Forecasting production and yield of sugar cane and cotton crops of Pakistan for 2013-2030. *Sarhad J. Agric.*, 31, 1–9.

- Anggrainingrum, A. A., Prasetyo, E., & Roessali, W. (2022). Analisis Efisiensi Faktor-Faktor Produksi Pada Usahatani Tebu Di Kecamatan Kayen Kabupaten Pati. *Jurnal Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis (JEPA)*, 6(4).
- Asmara, R., dan Sugianto, S. K. (2009). Analisis Efisiensi Teknis pada Usahatani tebu. *Habitat*, 20(1), 62–72.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2021). *Statistik Indonesia 2021*. Jakarta (ID): Badan Pusat Statistik Indonesia.
- Badan Pusat Statistik Jawa Timur. (2023). *Provinsi Jawa Timur dalam Angka*.
- Battese, G.E., Prasada Rao D.S., O. C. J. (2004). A Metafrontier Production Function for Estimation of Technical Eficiencies and Technology Gaps for Frms Operating Under Diferent Technologies. *J. Prod Anal*, 21(1), 91–103.
- Coelli.T.I, Rao, D.S.P. dan Battese, G. (1998). *Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Boston: Kluwer Academic.
- Creswell, J. W. (2019). *Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. (Edisi keem). Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- Fahriyah, F., Hanani, N., Koestiono, D., &, & Syafrial, S. (2018). Analisis Efisiensi Teknis Usahatani Tebu Lahan Sawah dan Lahan Kering dengan Pendekatan Data Envelopment Analysis (DEA). *Jurnal Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis*, 2(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.21776/ub.jepa.2018.002.01.8>
- Hartono, S., Rahayu, L., & Perwitasari, H. (2020). Comparative studies of partnership between Credit Farmers (Tebu Rakyat Kredit) and Independent Farmers (Tebu Rakyat Mandiri) with Pesantren Baru sugar factory in Kediri, East Java, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 518(1).
- Huang CJ, Huang T-H, and L. N.-H. (2014). A New Approach to Estimating the Metafrontier Production Function Based on A Stochastic Frontier Framework. *J Prod Anal*, 42(3), 241–254.
- Lestari T.P, & Dewanti F.D. (2023). Analisis Vegetasi dan Identifikasi Kandungan Fitokimia Gulma pada Lahan Tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Agrocentrum*, 1(1), 33–40.
- Maulana, M.F.&Sinurat, J. (2026). Analisis Forecasting Produktivitas Padi Berkelanjutan Untuk Mewujudkan Ketahanan Pangan Nasional. *Prosiding Saintek: Sains Dan Teknologi*, 5(1), 792–805. <https://doi.org/ISSN: 2962-3545>
- Pertanian, K. (2016). *Outlook Tebu 2016, Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal-Kementerian Pertanian 17*.
- Presiden RI. (2023). Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 40 Tahun 2023 Tentang Percepatan Swasembada Gula Nasional dan Penyediaan Bioetanol Sebagai Bahan Bakar Nabati (Biofuel). *Presiden Republik Indonesia*, 1–14.

- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: CV. Alfabeta.
- Sulaiman, A. A., Sulaeman, Y., Mustikasari, N., Nursyamsi, D., & Syakir, A. M. (2019). Increasing sugar production in Indonesia through land suitability analysis and sugar mill restructuring. *Land*, 8(4).
- Sulistiyawati, W., Wahyudi, & T., & S. (2022). Analisis (Deskriptif Kuantitatif) Motivasi Belajar Siswa dengan Model Blended Learning di Masa Pandemi Covid19. *Kadikma*, 13(1), 68–73.
- Tinaprilla, N. (2011). Analisis Efisiensi Teknis Usahatani Tebu di Jawa Timur. *Prosiding Seminar Penelitian Unggulan Departemen Agribisnis. Departemen Agribisnis, Fakultas Ekonomi Dan Manajemen, Institut Pertanian Bogor*. Retrieved from Bogor
- Walheer, B. (2023). Meta-frontier and technology switchers: A nonparametric approach. *European Journal of Operational Research*, 305(1), 463–474.
- Zaky, Y., Pambudy, R., & Harianto, H. (2019). Analisis Efisiensi Usahatani Tebu Petani Mitra dan Non Mitra di Kabupaten Blora Jawa Tengah. *Forum Agribisnis*, 9(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.29244/fagb.9.1.85-106>